

Pflanzengeographische Kommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, Heft 19
Schriftleitung: Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch

Untersuchungen über die Lebensverhältnisse der Ackerunkräuter im Gebiete der verbesserten Dreifelder- wirtschaft der Schweiz

Von der
**Eidg. Technischen Hochschule
in Zürich**
zur Erlangung der
Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte
PROMOTIONSARBEIT
vorgelegt von
MATHEUS BUCHLI
Ingenieur-Agronom von Versam (Graubünden)

Referent: **Herr Prof. Dr. A. Volkart**
Korreferent: **Herr Prof. Dr. M. Dügeli**

VERLAG HANS HUBER, BERN - 1936

*Die vorliegende Arbeit erscheint als Heft 19 in der Serie
«Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz» unter
dem Titel*

Oekologie der Ackerunkräuter der Nordostschweiz.

Lebensabriss

Ich wurde am 14. Dezember 1898 in meiner Heimatgemeinde Versam (Graubünden) als Sohn eines Landwirts geboren und besuchte dort auch die Primarschule, um dann im Herbst 1913 in die Kantonsschule in Chur einzutreten. Hier durchlief ich die 3. und 4. Seminar-klasse. Vom Herbst 1915 bis zum Frühjahr 1917 absolvierte ich die beiden Kurse der Kantonalen Landwirtschaftlichen Schule «Plantahof», Landquart (Graubünden). Im Herbst 1917 bestand ich die reduzierte Aufnahmeprüfung der Landwirtschaftlichen Abteilung der E. T. H. in Zürich und erwarb mir hier im Sommer 1921 das Diplom dieser Abteilung. Vom Herbst 1921 bis zum Frühjahr 1924 war ich auf dem Schätzungsamte des Schweiz. Bauernverbandes in Brugg tätig. Seit Frühjahr 1924 arbeite ich an der Eidgenössischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Zürich-Oerlikon. Nebenbei besuchte ich einige Vorlesungen von Herrn Prof. Dr. A. Volkart, E. T. H., wie Spezieller Pflanzenbau, Beackerung und Düngung, Pflanzenpathologie und Pflanzenzucht. Im Frühjahr 1928 legte ich die zur Promotion an der E. T. H. notwendige Ergänzungsprüfung ab.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	5
I. Allgemeiner Teil	9
1. <i>Wesen, geschichtliche Entwicklung, Verbreitung, betriebstechnische Nachteile, Feldbestellung und Düngung der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz</i>	9
2. <i>Klima und Boden der Hauptgebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz</i>	21
a) <i>Das Klima</i>	21
aa. <i>Die Temperatur</i>	22
bb. <i>Die Niederschläge</i>	28
cc. <i>Die Verdunstung</i>	34
b) <i>Der Boden</i>	37
II. Spezieller Teil	49
1. <i>Allgemeines</i>	49
a) <i>Umschreibung des untersuchten Gebietes</i>	49
aa. <i>Kanton Schaffhausen</i>	49
bb. <i>Kanton Zürich</i>	49
cc. <i>Kanton Aargau</i>	50
b) <i>Die Untersuchungsverfahren</i>	52
aa. <i>Die Bodenprobenentnahme</i>	53
bb. <i>Die Bodenprobenuntersuchung</i>	54
cc. <i>Bestimmung des Unkrautsamengehaltes des Ackerbodens</i>	54
dd. <i>Erhebungen über Fruchtfolge, Düngung und Bodenbearbeitung der verbesserten Dreifelderwirtschaft</i>	54
c) <i>Allgemeine Verbreitung und Vorkommen der Ackerunkräuter im untersuchten Gebiet</i>	56
2. <i>Die Standortbedingungen für das Vorkommen und die Verbreitung der Ackerunkräuter des untersuchten Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft</i>	93

	Seite
a) Einfluss der Kulturart und Fruchtfolge	95
b) Einfluss der Dispersität und der Wasserkapazität des Bodens	108
c) Einfluss des Kalkgehaltes und der Reaktion des Bodens	153
3. <i>Keimungsbiologie der Ackerunkräuter</i>	211
a) Gehalt des Ackerbodens an Unkrautsamen und ihre Keimfähigkeit . . .	213
b) Keimungszeit der Ackerunkrautarten	264
c) Allgemeine Keimungsbedingungen der Samen und spezielle Keimungsverhältnisse der Unkrautsamenarten	280
III. Schlussfolgerungen	321
1. <i>Allgemeines</i>	321
2. <i>Praktische Massnahmen der Unkrautbekämpfung</i> .	322
IV. Zusammenfassung	340
V. Literaturverzeichnis	343

Einleitung

Von jeher hat der Mensch alle ungewollt und unerwünscht zwischen den Kulturpflanzen auftretenden und ihren Ernteertrag quantitativ und qualitativ schädigenden Gewächse als «Unkräuter» bezeichnet. Mit der Vorsilbe «Un» im Worte «Unkräuter» verneinen wir den Begriff der Nützlichkeit für die menschliche Wirtschaft, den der Volksmund mit den Worten «Kraut» und «Kräuter» verbindet. Und das Wort «Unkraut» erhält so den Begriff des Schädlichen, wie die meisten Worte mit der Vorsilbe «Un», wie z. B. Unfruchtbarkeit, Unbrauchbarkeit, Unwetter, Unkosten u. a. m.

Der Begriff Unkraut ist so alt wie die Kultur von Pflanzen durch den Menschen; er reicht zurück bis zu den ersten Anfängen der Pflanzenkultur. Die Geschichte unserer Kulturpflanzen ist zugleich auch die Geschichte unserer Unkräuter. Mit dem Herausgreifen der für die Nutzung wertvollen Gewächse aus dem Kreis der wildwachsenden Pflanzen, und mit ihrem Anbau und ihrer Vermehrung auf besonders zugerichteten Flächen wurden alle übrigen auf diesen Flächen vorkommenden Pflanzen zu Unkräutern in diesem engeren Sinne. Die Bearbeitung und Düngung des Bodens, sowie die Pflege der Kulturpflanzen kommen unerwünschterweise auch den Unkräutern zugute. Sie werden gewissermassen mit den Kulturpflanzen ungewollt gehegt, und es schreibt daher Alph. de Candolle [zitiert nach Schiemann⁽²²¹⁾] mit Recht: «Unkräuter sind unfreiwillig kultivierte Pflanzen.»

Allein unter primitiven Verhältnissen kann den Unkräutern, worauf besonders Brockman-Jerosch⁽²²⁾ hinweist, auch Nutzen zukommen. Da wo das Getreidestroh, bzw. die Getreidestoppeln zu Futterzwecken verwendet werden, wie z. B. im Bündner-Oberland,

erhöhen die im Getreideacker gedeihenden Unkräuter, wie *Convolvulus arvensis* L., *Agropyron repens* L., *Vicia cracca* L. u. a. m. den Futterwert der Getreidestoppeln und des Strohes. Ausserdem werden, wie immer wieder erwähnt wird, in Fehljahren, so früher namentlich in Russland, die Unkrautsamen der Getreidefelder von den Bauern gesammelt und zur menschlichen Ernährung verwendet. Brockmann (²¹, ²², ²³) vertritt dann auch die Ansicht, dass viele Unkräuter früher als Mengefrucht vom Landwirt erwünscht waren und weist nach, dass manche der heutigen Unkräuter früher Nutzpflanzen waren, wie z. B. *Taraxacum officinale* Weber, *Cichorium Intybus* L., *Rumex alpinus* L., *Chenopodium Bonus Henricus* L. u. a. m.

Der Schaden, den die Unkräuter verursachen, ist beträchtlich. Sie entziehen den angebauten Gewächsen nicht nur Nahrung, Wasser und Licht, sie erschweren häufig auch die Erntearbeiten und bedingen eine Arbeitsvermehrung bei Gewinnung des Saatgutes und bei der Ackerbestellung. Manche Unkräuter sind für den tierischen Organismus schädlich, ja sogar giftig. Viele Unkräuter sind ausserdem Träger von Schmarotzer- und Krankheitspilzen, die ihrerseits wieder die Kulturpflanzen befallen.

Die Vertilgung, bzw. Unterdrückung der Unkräuter ist deshalb von hohem landwirtschaftlichem Interesse; sie ist eine der Hauptaufgaben der Ackerkultur. Die erfolgreiche Bekämpfung der Unkräuter erfordert aber eine genaue Kenntnis ihrer Lebenseigen-tümlichkeiten.

Das Gedeihen jeder Pflanze wird in erster Linie durch die Standortseinflüsse, d. h. einerseits durch die Unterlage, das Nährsubstrat, d. h. durch den *Boden*, andererseits durch das *Klima* bedingt. Nur wenn Klima und Boden — die *Lebenslage* — und die Lebensansprüche einer Pflanzenart genügend übereinstimmen, ist ein Gedeihen der Pflanze möglich.

Von diesen beiden Faktoren: Boden und Klima wird der erste tiefgreifend verändert infolge der *Kultur* durch den Menschen. Und so sind es auch die technischen Kulturmassnahmen, wie Bodenbearbeitung, Düngung, Bewässerung, Entwässerung, die *Fruchtfolge* und das *Bodennutzungssystem*, die das Fortkommen einer Pflanzenart wesentlich beeinflussen. Endlich hängt das Leben und Vorkommen der Pflanze wie aller andern Organismen von der Kon-

kurrenzfähigkeit der Art im Kampf ums Dasein und damit auch vom Grad ihrer Anpassungsfähigkeit an Standort und Kultur ab.

In weit grösserem Masse als das Gedeihen der vom Menschen gepflegten Kulturpflanzen, die er durch verschiedenste Massnahmen begünstigt, ist das Leben der wildwachsenden Pflanzen und besonders der vom Menschen ungewollt gehegten, stets bekämpften *Ackerunkräuter* von Einflüssen des Bodens, des Klimas und der Kultur abhängig. Boden, Klima und Kultur bedingen gesetzmässig wiederkehrende Verbindungen von Pflanzen, die Einheiten der Vegetation, die Pflanzengesellschaften. Die Ackerunkräuter bilden daher auch eine *Pflanzengesellschaft*.

Der Zweck meiner vornehmlich in den Jahren 1929, 1930, 1931 und 1932 durchgeführten Untersuchungen über die Ackerunkräuter im Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz ist daher die Vermittlung genauerer Kenntnisse über die Ansprüche an Klima, Boden und Kultur und damit auch über die Bekämpfung der Ackerunkräuter des ausgewählten Gebietes.

Die Lösung unserer Aufgabe verlangt somit die Beantwortung der beiden folgenden Hauptfragen:

1. Inwieweit hängt das Vorkommen, die Verbreitung und das Gedeihen der Ackerunkrautflora der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz von der Kultur, und vom Bodennutzungssystem ab?
2. Inwieweit wird das Vorkommen, die Verbreitung und das Gedeihen dieser Unkräuter von Klima und Boden bedingt?

Die Beantwortung dieser beiden Fragen erfordert zunächst eine genauere Umschreibung von Boden, Klima und Kultur der untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft, worüber der folgende Abschnitt unserer Arbeit aufklären soll.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. Volkart, für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit, sowie für das Entgegenkommen, das er mir jederzeit zeigte, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Die Arbeit wurde an der Eidgenössischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Zürich-Oerlikon durchgeführt. Für die Erlaubnis dazu, wie auch für die mannigfache Unterstützung bin ich besonders noch Herrn Dr. F. T. Wahlen, Vorstand der Eidgenössischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt, Zürich-Oerlikon, sehr zu Dank verpflichtet.

Für die Aufnahme vorliegender Arbeit in die «Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz» danke ich auch der Pflanzengeographischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und besonders deren Schriftleitung, Herrn Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch.

I. Allgemeiner Teil

1. Wesen, geschichtliche Entwicklung, Verbreitung, betriebstechnische Nachteile, Feldbestellung und Düngung der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Die Nutzbarmachung des Bodens für die Güterproduktion des Menschen durch die Kulturpflanzen bezeichnet man als *Kulturart*. Die Reihenfolge, in der sich die einzelnen Kulturpflanzen zeitlich auf demselben Grundstück folgen, ist die *Fruchtfolge*. Und die räumliche und zeitliche, nach bestimmten Grundsätzen erfolgende *Verteilung* der Kulturarten über das ganze Kulturland eines landwirtschaftlichen Betriebes oder eines umgrenzten landwirtschaftlich genutzten Gebietes nennt man das *Bodennutzungssystem* [Laur (146)]. Es ist begründet in den natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen. Ein solches Bodennutzungssystem ist die *Dreifelderwirtschaft*.

Diese Dreifelderwirtschaft hat im Laufe der Zeit eine Reihe von Veränderungen durchgemacht [Volkart (248), Bernhard (8), Howald (99)]. In der ursprünglichen Form mit strengem Flurzwang auf den drei Zelgen und mit der Fruchtfolge: Winterfrucht (Korn, Spelz), Sommerfrucht (Hafer), Brache, wie sie bei Dorfverfassung in der deutschen Schweiz allgemein üblich war, erhielt sie sich nur ungefähr bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. Dann begannen die Veränderungen, die wir allgemein als Uebergang von der reinen

zur verbesserten Dreifelderwirtschaft bezeichnen. Zuerst verdrängte in den tieferen, wärmeren Lagen der Roggen den Hafer aus der Sommerzelg. Sodann wurde die Brache, die bis dahin nur auf Einschlägen in kleinem Umfange Krautgärten und Hirseäcker getragen hatte, allgemein mit Rotklee und Kartoffeln bepflanzt. Der Flurzwang wurde durch die Verbesserung der Weganlagen immer stärker gelockert, und endlich wurde auch noch die angestammte Brotfrucht, der Spelz immer mehr durch den Weizen verdrängt. So können wir heute nur noch in vereinzeltten Fällen von einer eigentlichen Dreifelderwirtschaft im alten Sinne des Wortes, d. h. mit noch deutlich erkennbar einheitlich bepflanzten drei Zelgen sprechen, wie es die Bilder von Windlach (Kt. Zürich) zeigen (siehe Tafel II, Bild 2 u. 3; Tafel III, Bild 4 u. 5). Meist ist es aber nur noch die Dreifelderfruchtfolge, die auf das frühere Wirtschaftssystem hinweist. Diese Dreifelderfruchtfolge findet sich heute mit zahlreichen kleinen Abänderungen im wesentlichen in zwei Formen: in den tieferen, wärmeren Lagen als *Roggenfruchtfolge* (Weizen/Roggen/Kartoffeln; Weizen/Roggen/Klee); in den höheren, kühleren als *Sommergetreidefruchtfolge* (Weizen/Hafer oder Gerste oder Sommerweizen/Kartoffeln; Weizen/Hafer oder Gerste oder Sommerweizen/Klee). Da im Gebiete der zweiten der Ackerbau allgemein infolge der weniger günstigen Bedingungen stärker zurückgegangen ist, und in neuerer Zeit auch viel weniger Hafer und Gerste gepflanzt wird als früher, hält die Roggenfruchtfolge heute ein viel grösseres Gebiet als die Sommergetreidefruchtfolge.

Ueber die Verbreitung der Dreifelderfruchtfolge im Untersuchungsgebiete ist folgendes zu sagen:

Im *Kanton Schaffhausen* war die Dreifelderwirtschaft ursprünglich überall verbreitet [Im Thurn⁽¹⁰⁷⁾]. Volkart⁽²⁴⁸⁾ fand zu Anfang dieses Jahrhunderts verbesserte Dreifelderwirtschaft in Rammen, wo noch die drei Zelgen: Weizen/Korn; Roggen/Hafer und Gerste; Klee/Kartoffeln und Runkeln bestanden; sodann in Thayngen; im Klettgau in Neunkirch, in Hallau, in Guntmadingen; in Schleithem und in Buch, und er konnte sowohl die Roggenfruchtfolge als die Sommerfruchtfolge nachweisen. Diese beiden Fruchtfolgetypen können wir heute noch beobachten. In der Sommerfruchtfolge hat der Hafer vielfach der Gerste (Braugerste) und in neuerer Zeit namentlich dem Sommerweizen weichen müssen. Ich fand:

Sommerfruchtfolge in
 Schleithelm
 Unter-Neuhaus
 Guntmadingen
 Löhningen
 Opfertshofen
 Büttenhardt
 Lohn
 Thayngen
 Buch
 Ramsen

Roggenfruchtfolge in
 Schleithelm
 Hallau
 Neunkirch
 Unter-Neuhaus
 Schaffhausen
 Buch

In Buch und Schleithelm finden wir beide Fruchtfolgen nebeneinander. Daneben können wir auch in denselben Wirtschaften im ersten dreijährigen Turnus die Roggenfruchtfolge, im zweiten dreijährigen Wechsel die Sommerfruchtfolge beobachten. Ausserdem können aber auch Uebergangs-Bodennutzungssysteme und freie Wirtschaften festgestellt werden wie in Hallau, Gennersbrunn, Buchthalen, Lohn, Buch und Unterwald.

Wir finden also im Kanton Schaffhausen heute noch vorherrschend und über den ganzen Kanton verbreitet die verbesserte Dreifelderwirtschaft. Anzeichen sind aber heute schon vorhanden, dass sie langsam auch hier ändern, neuzeitlichen Bodennutzungssystemen weichen müssen.

Im *Kanton Zürich* war die Dreifelderwirtschaft das kennzeichnende Bodennutzungssystem des Wein- und Unterlandes und des flacheren Teils des Oberlandes, drang aber auch ins Hügelland des Seegebietes und des höheren Oberlandes vor. Ihr Vorkommen im nördlichen Kantonsteil ist bis an die Linie Wila-Dürnten-Hombrechtikon-Kilchberg nachgewiesen [Bernhard⁽⁶⁾; Volkart⁽²⁴⁸⁾].

Volkart⁽²⁴⁸⁾ konnte sie an Hand der vielen für dieses Gebiet vorliegenden Urkunden, wie auch durch die zu Beginn dieses Jahrhunderts geltenden Fruchtfolgen in weitester Verbreitung nachweisen in Rheinau, Marthalen (Roggenfruchtfolge), Flaach, Ossingen, Truttikon, Altikon, Hagenbuch (mit Sommerfruchtfolge); westlich von Winterthur wiederum die Roggenfruchtfolge in Wülflingen; in den Bezirken Bülach und Dielsdorf: in Winkel, Niederhasli, Niedersteinmaur, Hochfelden und Oberglatt; dann in Hombrechtikon mit ausgesprochenster Hofsiedlung, in Uitikon a. A., in Mettmenstetten, in Maschwanden (die Roggenfruchtfolge).

Heute herrscht die verbesserte Dreifelderwirtschaft nach unseren Beobachtungen vor:

Sommerfruchtfolge in	Roggenfruchtfolge in	
Burghof-Ossingen	Truttikon	Hochfelden
Truttikon	Seuzach	Bülach
Adlikon-Andelfingen	Welsikon	Winkel
Thalheim	Unter-Ohringen	Oberhasli
Oberwil-Dägerlen	Windlach	Niederhasli
Hünikon	Stadel	Regensdorf
Wiesendangen	Weiach	Otelfingen
Hettlingen		

Daneben finden wir auch im Kanton Zürich Uebergangswirtschaften (Klee graswirtschaften), wie in Wermatswil, Heimenstein, Wallikon, Seuzach, Guntalingen, Berg-Dägerlen, Eich-Brütten. Im nördlichen Teil des Kantons ist aber heute noch die verbesserte Dreifelderwirtschaft die übliche Fruchtfolge. In niederschlagsreichen Gebieten verdrängt der Futterbau auf dem Acker immer mehr den Getreidebau, und die verbesserte Dreifelderwirtschaft wird übergeführt in die Klee graswirtschaft.

Für den *Kanton Aargau* konnte H o w a l d ⁽⁹⁹⁾ an Hand von Quellenmaterial die Verbreitung der Dreifelderwirtschaft bis ins 18. Jahrhundert über den ganzen Kanton bei Dorf- und Kleinsiedlung, mit Ausnahme der Weiler im obern Aargau, nachweisen. Heute findet er die verbesserte Dreifelderwirtschaft, in erster Linie im nördlichen Kantonsteil, im untern Aaretal und im Unterlauf der Reuss. Im südöstlichen und südwestlichen Teil ist sie nahezu verschwunden, und in den übrigen Kantonsteilen treffen wir sie neben Klee gras- und Graswirtschaften und Zwischenformen. V o l k a r t ⁽²⁴⁸⁾ erkennt anfangs des 20. Jahrhunderts verbesserte Dreifelderwirtschaft in Meerenschwand, Hermetswil b. Bremgarten, Niederwyl (Sommergetreidefruchtfolge), Rüfenach und Villigen (Roggenfruchtfolge), Leuggern (abgekürzte Dreifelderwirtschaft: Korn/Roggen/Kartoffeln/Korn/Klee), Unterbötzberg, Laufenburg (Sommergetreidefruchtfolge), Oftringen, Hunzenschwil (abgekürzte Fruchtfolge) und Gontenschwil.

Unsere Erhebungen haben Fruchtfolgen der verbesserten Dreifelderwirtschaft ermittelt in Remigen, Riniken, Lauffohr, Fisisbach, Baldingen, Gippingen, Hottwil, Elfingen, Ober-Zeihen, Eiken, Möhlin, Schinznach, Birr, Dottikon, Brunegg, Niederlenz, Kloster Fahr. Ueberall herrscht hier Roggenfruchtfolge vor. Typische Sommergetreidefruchtfolge konnten wir keine feststellen. Im fünften Jahre wird aber oft an Stelle von Roggen, Gerste oder Hafer mit Klee-

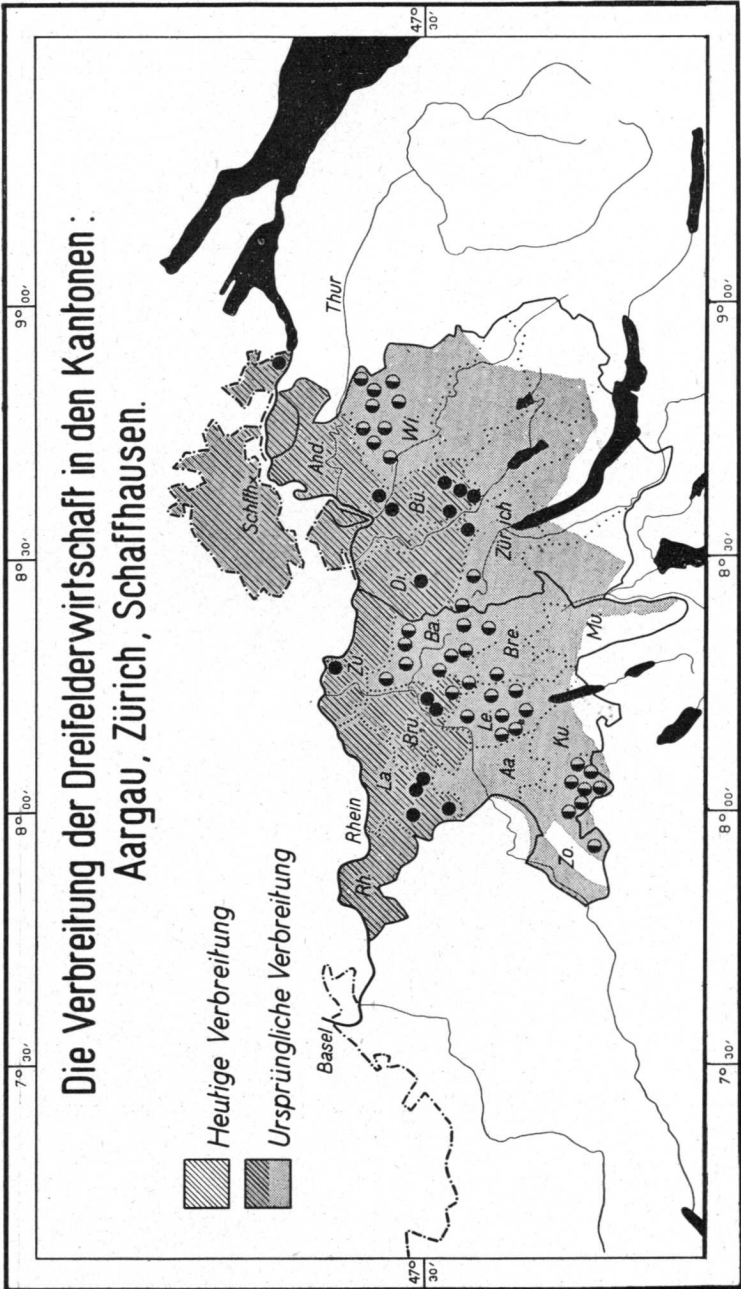
einsaat angebaut. Häufig findet man heute im Kanton Aargau Uebergangswirtschaften der verbesserten Dreifelderwirtschaft in die Klee-graswirtschaft: Korn oder Weizen/Roggen/Kartoffeln/Weizen/Klee (3—4 Jahre), wie in Dottikon, Muri, Lenzburg, Möriken, Schafisheim, Birrhard, Friedlisberg, Widen, Würenlos, Fislisbach, Magden, Wegenstetten, Rein-Rüfenach, Oberhof.

Wir sehen, dass im Kanton Aargau die verbesserte Dreifelderwirtschaft verhältnismässig stark von der Klee-graswirtschaft, die der Futter- und Viehproduktion besser dient, verdrängt wird und sich immer mehr auf den nördlichen Teil des Kantons beschränkt.

Volkart⁽²⁴⁸⁾ konnte die Dreifelderwirtschaft urkundlich nachweisen auch für die an den Kanton Zürich angrenzenden Gebiete des Kantons Schwyz; dann für die Gemeinden Adligenschwil, Meggen und Dagmersellen des Kantons *Luzern*; ferner im *Waadtland* und an Hand der Fruchtfolge im Kanton *Zug* (Cham mit Sommergetreidefruchtfolge), sowie in den Kantonen *Solothurn*, *Baselland*, *Bern* (namentlich im Seeland, um Erlach, Nidau, Aarberg, Büren und im bernischen Jura); in der Ostschweiz im *Thurgau* (Bischofszell, Weinfeld, Grisenberg, Warth, Gachnang, Kreuzlingen) und in *St. Gallen* (Niederbüren, Burgau, Flawil, Kirchberg).

Heute ist sie in diesen Gebieten kaum mehr anzutreffen. Teils wurde sie übergeführt in die Klee-graswirtschaft, wie in Bern, Waadt, Solothurn und Baselland, teils in Graswirtschaft mit Ackerbau, wie im Thurgau, St. Gallen, Luzern, Schwyz und Zug. Im allgemeinen hat aber die Ostschweiz zäher an diesem althergebrachten, historischen Bodennutzungssystem, der Dreifelderwirtschaft festgehalten als die Westschweiz. Boden und Klima, wie aber auch Abstammung, historische Ueberlieferung und Festhalten an der Tradition mögen dabei die Ursache sein. So hat Meyer v. Knonau⁽¹⁶⁷⁾ mit dem Ausspruch eines seiner Gewährsmannen: «Die Dreifelderwirtschaft wird bleiben, so lange die Zelgrechte verbunden mit Vorurteilen und Unlust zu Neuerungen, einer vernünftigen Wechselwirtschaft einen undurchdringlichen Damm entgegensetzen» Recht behalten.

Die heutige und ursprüngliche Verbreitung der verbesserten Dreifelderwirtschaft in den Hauptgebieten Schaffhausen, Zürich und Aargau ergibt sich übersichtlich aus der nachfolgenden von mir entworfenen kartographischen Uebersicht:



Verbesserte Dreifelderwirtschaften, haben die Bezirke: Zurzach, Rheinfelden, Laufenburg und Brugg mit Ausnahme folgender Gemeinden; Bezirk Zurzach: ● Rielheim; Bezirk Laufenburg: ● Gipl-Oberfrick, Herznach, Oberhof, Ueken; Bezirk Brugg: ● Umiken, Brugg.

Aargau

Keine Dreifelderwirtschaften, haben die Bezirke: Zofingen, Baden, Aarau, Lenzburg, Muri, Bremgarten, Kulm mit Ausnahme folgender Gemeinden, Bezirk Zofingen: ● Attelwil, Bottenwil, Brithnau, Kirchleerau, Moosleerau, Reilmu, Staffelbach, Williberg; Bezirk Baden: ● Bellikon, Dätwil, Frelenwil, Ob-u.Unterehrendingen, Mägenwil, Spreitenbach, Birmensdorf, Fislisbach, Ob-u.Untersiggental, Würenlingen; Bezirk Lenzburg: ● Brunegg, Egliswil, Munzenschwil, Schafisheim, Dinikon, Hendschiken, Möriken, Staufen; Bezirk Bremgarten: ● Dotikon.

Verbesserte Dreifelderwirtschaften, haben die Bezirke: Dielsdorf, Bülach, Andelfingen

mit Ausnahme folgender Gemeinden, Bezirk Dielsdorf: ● Regensberg, Bezirk Bülach: ● Frelenstein, Opfikon, Wallisellen, Bassersdorf, Diellikon, Rorbas.

Zürich

Keine Dreifelderwirtschaften, haben die Bezirke: Winterthur, Zürich mit Ausnahme folgender Gemeinden; Bezirk Winterthur: ● Bertschikon, Neffenbach, Rickenbach, Helffingen, Dägerlen, Wiesendangen, Seuzach, Ellikon / Elgg, Dinhard; Bezirk Zürich: ● Oerwil a.d. Limmat, Weiningen.

Schaffhausen

Verbesserte Dreifelderwirtschaften, haben alle Gemeinden, mit Ausnahme von ● Stein a. Rhein.

● Verbesserte Dreifelderwirtschaft

● Keine Dreifelderwirtschaft

Eine eingehende Untersuchung über die Verbreitung der verbesserten Dreifelderwirtschaft in diesen Gebieten, die die Erfassung jedes einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes zur Voraussetzung hätte, fehlt uns allerdings. Mit Hilfe der eidgenössischen Anbaustatistik des Jahres 1929 und der Untersuchungen des schweizerischen Bauernsekretariates in Brugg ist es uns aber doch möglich, darüber einige zuverlässige Anhaltspunkte zu erhalten. Nach letzteren Erhebungen beträgt im Durchschnitt der Jahre 1901—1930 bei der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Anteil des Getreidelandes an der Kulturfläche ohne Wald im Mittel 23 %. Wir rechneten bei unserer Untersuchung alle Gemeinden mit mehr als 15, bzw. 50 % Getreideland (gemessen an der Kulturfläche ohne Wald, bzw. am Ackerland inkl. Kunstwiesen) mit L a u r ⁽¹⁴⁶⁾ zur verbesserten Dreifelderwirtschaft.

In betriebstechnischer Hinsicht muss als Nachteil der Dreifelderfruchtfolge das Ueberwiegen des Getreides und das Zurücktreten von Hackfrüchten und Klee betrachtet werden. Das biologische Verhalten der einzelnen Kulturpflanzen, d. h. ihre Anforderungen an den Boden und ihre Wirkung auf ihn kann zu wenig berücksichtigt werden. Vornehmlich muss die unmittelbare Aufeinanderfolge von Getreide auf Getreide nachteilig für das Gedeihen der Kulturpflanzen, sowie für den Kulturzustand des Bodens sein. Der ungünstige Kulturzustand des Bodens äussert sich einerseits in relativ einseitigem Nährstoffgehalt infolge einseitiger Nährstoffentnahme der Kulturpflanzen, andererseits aber — wie beinahe bei keinem andern Bodennutzungssystem — im üppigen Gedeihen der *Ackerunkrautflora*. Die Ursachen dieser Erscheinung liegen teilweise in der zeitlich und technisch stets gleichmässigen Bodenkultur, teilweise in der einseitigen Ausnützung der Bodennährstoffe, von Licht, Luft und Wasser durch die Kulturpflanzen, und auch in der Vergesellschaftung einzelner Unkrautarten mit den Kulturpflanzen infolge ihrer Blüh-, Reife-, Verbreitungs- und Keimungsverhältnisse.

Die vorzüglich anpassungsfähige Ackerunkrautflora findet hier in diesen etwas extremen Vegetationsverhältnissen äusserst günstige Bedingungen zum Gedeihen. Und bei keinem andern Bodennutzungssystem finden wir diese Ueppigkeit der Entwicklung und diesen Artenreichtum der Ackerunkrautflora, verbunden mit einer

TAFEL I

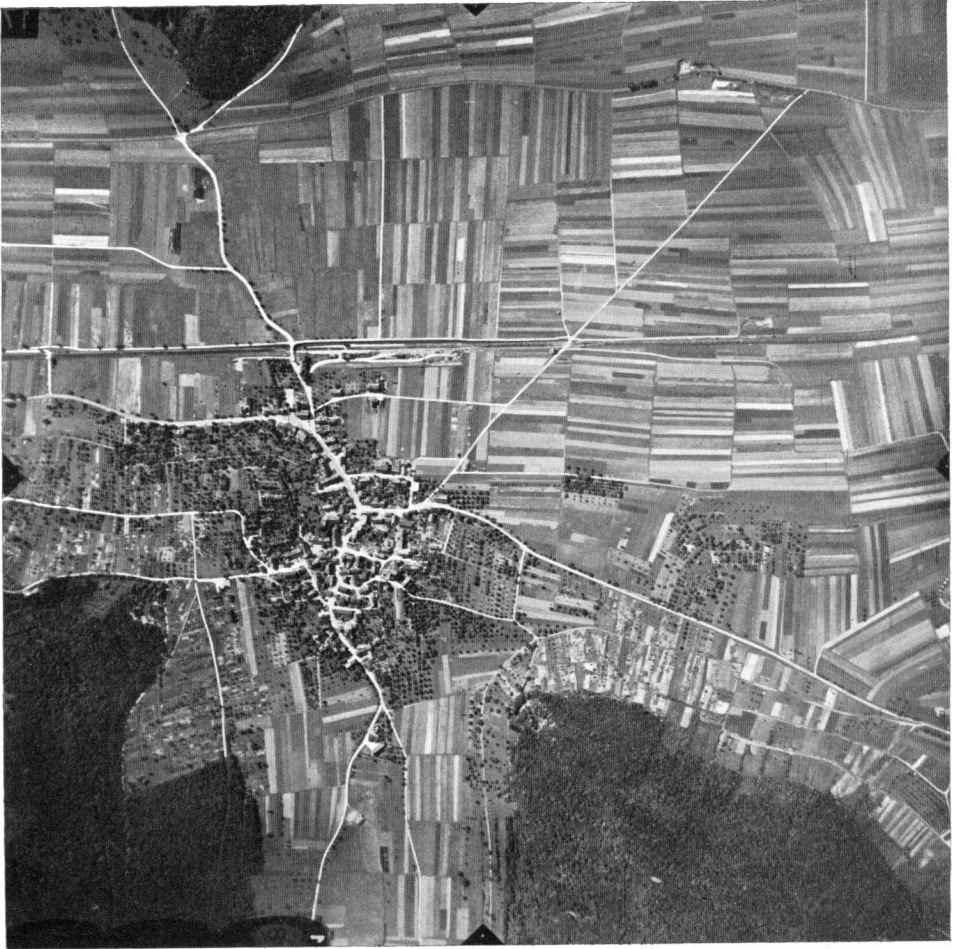


Bild 1
Gemeindebann Beringen (Kt. Schaffhausen)
Typisches Dreifeldergebiet

Aufnahme der Eidg. Landestopographie

TAFEL II

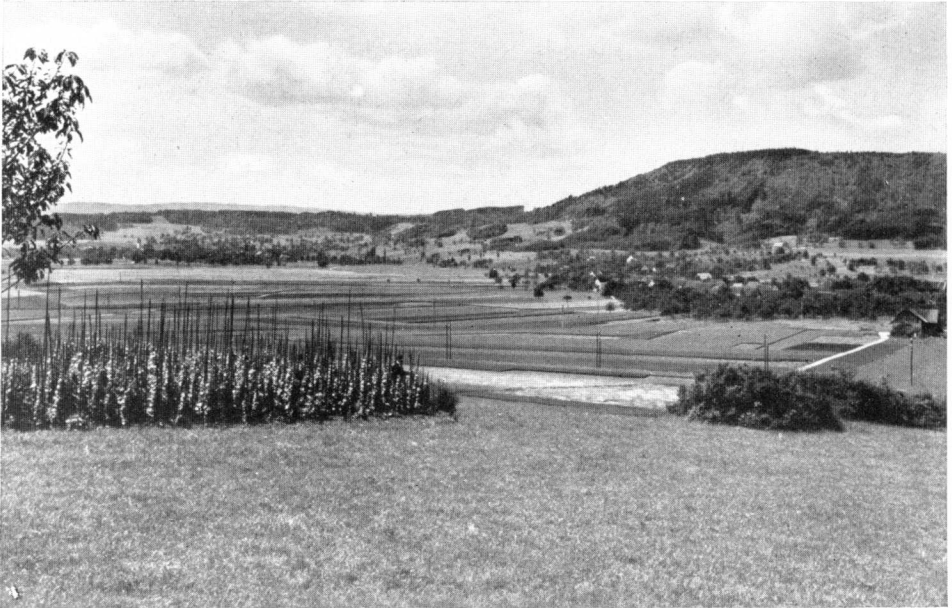


Bild 2. Zelgen im Gemeindebann Windlach (Kt. Zürich)
Roggenzelg (links), Klee- u. Hackfrüchtezelg (rechts). Phot. Dr. A. Grisch

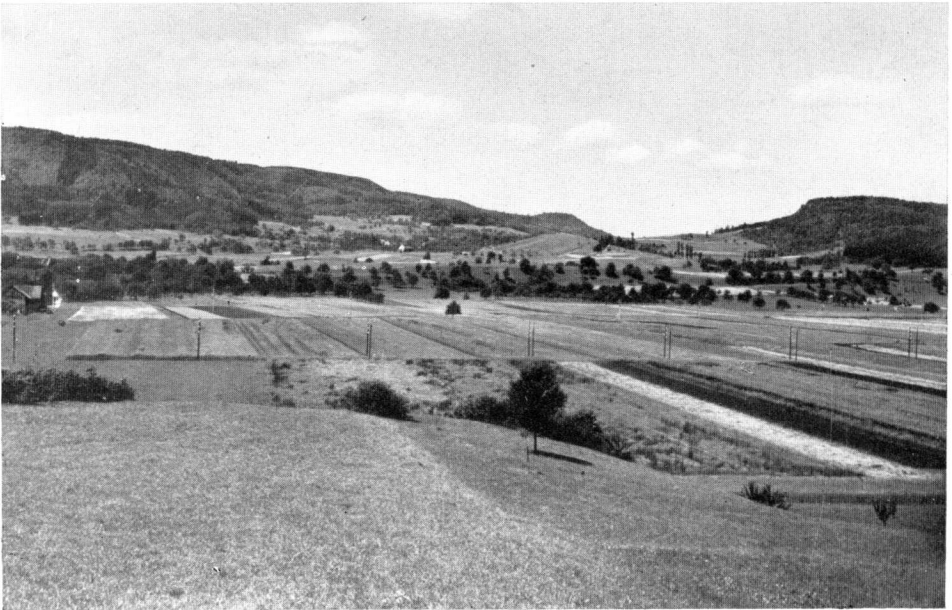


Bild 3. Zelgen im Gemeindebann Windlach (Kt. Zürich)
Klee- und Hackfrüchtezelg (Fortsetzung von Bild 2). Phot. Dr. A. Grisch

entsprechend bedeutenden Schädigung des Ertrages der Feldfrüchte, wie bei der verbesserten Dreifelderwirtschaft. Das sind auch die Gründe, die uns dazu bewogen haben, vornehmlich in Gebieten der verbesserten Dreifelderwirtschaft unsere Untersuchungen über die Ackerunkräuter durchzuführen.

Anschliessend treten wir noch kurz auf die *Feldbestellung* und auf die *Düngung* des Ackerlandes der heutigen verbesserten Dreifelderwirtschaft ein.

1. *Bestellung und Düngung der Winterweizenfelder.* Die Vorfrucht der Winterweizenkultur bilden im ersten dreijährigen Turnus Rotklee und vereinzelt Luzerne, im zweiten Kartoffeln. Einzelne Felder, namentlich in Uebergangswirtschaften, tragen auch als eingeschobene Kulturen Korn, Gerste oder Hafer.

Die Kleefelder werden vereinzelt schon im August auf eine Tiefe von meist 3—5, maximal auf 10 cm geschält. Meist werden die Felder aber Ende September, im Oktober und oft erst im November direkt zur Saat gepflügt. Die Tiefe des Saatepflügens beträgt nach den uns von der Praxis gemachten Angaben minimal 12—15 cm, maximal 30 cm, meistens 18—22 cm. Unmittelbar nach dem Saatepflügen (Mitte bis Ende Oktober, spätestens Mitte November) und Herrichtung des Ackers mit der schweren Zugegge erfolgt, wenn es möglich ist, die Saat, die heute fast ausnahmslos mit der Säemaschine ausgeführt wird. Die Saatmenge beträgt bei einer Reihentfernung von 18—22—25 cm 1000 bis maximal 1500 gr pro Are. Im Frühling werden zu dünne Saaten angewalzt und hie und da zur Stimulierung der Bestockung auch geeeggt, zu dichte Saaten ebenfalls, jedoch scharf, geeeggt. Oft werden sie, um das Längenwachstum für eine Zeitlang etwas zu hemmen und die Bewurzelung zu kräftigen, gewalzt, in neuerer Zeit aber auch vielfach von Hand oder mit der Maschine geschröpft. Zur Unkrautbekämpfung wendet man leider noch relativ selten die Behackung der Kulturen von Hand oder mit der kombinierbaren Hack-Säemaschine an. Häufiger werden dagegen zur Unkrautbekämpfung die Felder im Frühling ein- oder auch zweimal abegeeggt oder mit Kainit bestreut.

Die Weizenfelder werden verschiedenartig gedüngt. Die Weizenkulturen nach Klee oder auch nach Luzerne erhalten in der Regel keine Stallmistdüngung. Dagegen werden sie gewöhnlich im Herbst mit Thomasmehl (50—100 kg F_2O_3 pro Hektar) und mit Kalisalz

(60—120 kg K_2O pro Hektar) gedüngt. Im Frühjahr erhalten sie als Kopfdüngung, wenn solche nötig ist, Kalkstickstoff, Kalksalpeter und auch Ammonsulfat (pro Hektar bis zu 40 kg N). Vereinzelt wird auf leichterem, durchlässigem Boden die Kunstdüngergabe im Frühjahr auch noch durch Jauchegaben nach alter, aber nicht zu empfehlender Sitte ersetzt.

Die Düngung der Winterweizenfelder nach Kartoffeln (zweiter dreijähriger Turnus) erfolgt heute wie früher mit Stallmist in Mengen von 60—70 kg P_2O_5 , 100—120 kg K_2O und 90—110 kg N per Hektare*).

Unter Umständen wird im Herbst nur eine halbe Stallmistdüngung und im Frühjahr eine ergänzende Jauchegabe verabfolgt. In diesem Falle unterbleibt gewöhnlich eine weitere Düngung mit Kunstdünger. Schwache Saaten erhalten aber auch hier im Frühjahr eine Kopfdüngung wie oben angegeben.

2. *Bestellung und Düngung der Winterroggenfelder.* Winterroggen folgt auf Winterweizen, bzw. hie und da auf dessen Nachfrucht (Wickhafer). Der Wickhafer entwickelt sich aber infolge zu später Saat und zu kurzer Vegetationszeit gewöhnlich nicht üppig und wird deshalb meistens zur Gründüngung des Ackers untergepflügt. Die Weizenstoppeln werden unmittelbar nach der Weizenernte gestürzt. Die Tiefe der Schälfrunche beträgt 5—10, ausnahmsweise bis 15 cm. Die Saatsfurche wird Mitte bis Ende September in 15—25 cm Tiefe gezogen, worauf nach Abeggen des Feldes unmittelbar mit der Maschine die Saat erfolgt. Das Saatquantum beträgt hier im Mittel 1200 gr pro Are. Auch der Stand der Roggenfelder wird im Frühjahr durch entsprechende Massnahmen zu korrigieren versucht. Die Unkrautbekämpfung wird in gleicher Art und Weise wie beim Winterweizen vorgenommen.

Die Winterroggenkulturen erhalten im Herbst bei der Saat fast ausnahmslos Stallmistdüngung in Gaben von 45—70 kg P_2O_5 ; 75—100 kg K_2O und 65—90 kg N pro Hektar. Die Güllendüngung des Roggens, namentlich im Frühjahr, ist heute seltener geworden. Unterbleibt die Stallmistdüngung, oder werden im Herbst nur schwache Gaben verabreicht, so erfolgt eine Ergänzungsdüngung mit Thomas-

*) Die im Stallmist gegebenen Nährstoffmengen wurden auf Grund der Ergebnisse der Stallmistanalysen aus dem Dreifeldergebiet der Eidg. Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon berechnet (im Mittel 0,30 % P_2O_5 , 0,50 % K_2O und 0,45 % N).

mehl (bis zu 100 kg P_2O_5 pro Hektar). Eine Düngung mit Kalisalzen, sowie mit Stickstoffkünstdüngern im Frühling erfolgt bei Roggen selten.

3. *Bestellung und Düngung der Kartoffelfelder.* Kartoffeln werden heute in der verbesserten Dreifelderwirtschaft auf Winterroggen, bzw. auf dessen Nachfrüchte (Weissrüben, Wickhafer, Grünmais, Runkeln), die zur Fütterung verwendet werden, angebaut. Diese Stoppelpflanzung des Roggens erhält eine starke Stallmistgabe (bis zu 90 kg P_2O_5 , 150 kg K_2O und 135 kg N pro Hektar), oft auch Gülle oder Kunstdüngergaben in Form von Thomasmehl oder Superphosphat. Als Stickstofflieferanten kommen dann Kalkstickstoff und Ammonsulfat in Betracht.

Nach Aberntung der Nachfrucht, Mitte November bis anfangs Dezember, wird die Winterfurche mit minimal 15 cm, maximal 30 cm, meistens 18—22 cm Tiefe gezogen. Im Frühjahr, Mitte März bis Mitte April erfolgt in der Regel nochmaliges Pflügen mit einer Furchentiefe von 15—20 cm. Die Kartoffelpflanzung wird gewöhnlich anfangs April bis anfangs Mai vorgenommen und von Hand durchgeführt. Die Kartoffeln werden entweder dem Pfluge nach gesetzt, oder es werden dazu mit dem Pflug extra Furchen gezogen. Zur Pflege der Saat und zur Unkrautbekämpfung werden die Felder abgeeggt, 1—2 mal gehackt und auch 1—2 mal gehäufelt.

Die Grunddüngung der Kartoffelfelder bildet Stallmist (60—110 kg P_2O_5 , 100—180 kg K_2O und 90—160 kg N pro Hektar). Die Stallmistdüngung wird meist im Herbst vor der Winterfurche, oft aber auch im Frühjahr vor dem Frühjahrspflügen gegeben. Bei starker Düngung der Vorfrucht mit Stallmist unterbleibt eine Stallmistgabe zu den Kartoffeln ganz oder teilweise. Sie wird dann ersetzt durch Kunstdüngergaben (bis zu 110 kg P_2O_5 pro Hektar) in Form von Thomasmehl oder Superphosphat und von 30prozentigem Kalisalz (bis zu 120 kg K_2O pro Hektar), die jeweils allein, zusammen oder auch zur Ergänzung der Stallmistgabe verabreicht werden. Als stickstoffenthaltende Kunstdünger finden Verwendung: Ammonsulfat und Kalkstickstoff (bis zu 60 kg N pro Hektar). Die Kunstdüngergaben werden erst im Frühjahr vor der Saat gegeben, Ammonsulfat als Kopfdüngung oft erst 1—1½ Monate nach der Saat. Tragen die Felder an Stelle von Kartoffeln Runkeln, so wer-

den die Stallmistgaben noch erhöht und besonders durch Kalidüngung ergänzt.

Die *Kleesaat* (Rotklee, oft mit Italienisch-Raygras; unter Umständen bei starker Verunkrautung einzelner Ackerfelder an Stelle von Rotklee auch Luzerne mit Knaulgras) erfolgt in Gebieten mit der Winterfruchtfolge im Frühjahr in die junge Roggensaat. Der Ackerboden wird dazu meistens mit der Ackeregge leicht aufgeggt. Die Kleesaat wird aber auch ohne vorheriges Aufeggen vorgenommen. Nach der Saat, die breitwürfig von Hand (meistens kreuzweise) oder mit Hilfe eines dazu speziell konstruierten, mit Säewelle und -bürsten versehenen und auf einem Schubkarren montierten Säekasten erfolgt, wird der Kleesamen leicht angewalzt. Die Saatmenge beträgt bei Verwendung von Saatgut von normaler Beschaffenheit bei reiner Rotkleesaat 28—30 kg (2530 kg/%) Rotklee; bei Beimischung von Italienisch-Raygras 24—26 kg (2280 kg/%) Rotklee und 5—6 kg (455 kg/%) Italienisch-Raygras pro Hektar. Bei Luzernesaat werden gewöhnlich 34—35 kg (3070 kg/%) Luzerne und rund 5 kg (285 kg/%) Knaulgras pro Hektar gesät.

Die Kleeäcker werden in erster Linie mit Thomasmehl oder Superphosphat (60—120 kg P_2O_5) gedüngt. Daneben werden einzelne Felder, namentlich bei zwei- und dreijähriger Dauer auch gegüllt und unter Umständen gemistet (45—60 kg P_2O_5 ; 75—100 kg K_2O und 60—90 kg N pro Hektar).

In Gebieten mit Sommerfruchtfolge wird die Kleesaat unmittelbar nach der Saat der Deckfrucht oder aber erst nach dem Auflaufen der Ueberfrucht (Sommerweizen, Sommergerste und Hafer) im April vorgenommen, und in gleicher Weise wie in der Roggensaat, aber ohne vorheriges Aufeggen, durchgeführt. Von einer Stallmistdüngung der Deckfrucht wird meistens Umgang genommen (Lagergefahr). Dagegen werden die Kulturen im ersten und zweiten Jahre (Nutzungsjahr des Klees) reichlich mit Kunstdünger, vornehmlich mit Superphosphat (in gleichen Mengen wie bei der Roggenfruchtfolge) und auch mit Kalisalz (bis 120 kg K_2O pro Hektar) gedüngt.

2. Klima und Boden der Hauptgebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz.

Neben der Kultur, der Bewirtschaftungsart des Landes durch den Menschen, sind es vornehmlich die Standortverhältnisse, die das Wachstum, das Vorkommen und die Verbreitung der Pflanzen, wie der gesamten Organismenwelt bestimmen. Namentlich die wildwachsenden Pflanzenarten stehen in engster Beziehung zur Umwelt. Die natürliche Vegetation ist eigentlich in erster Linie und allein von dem Standort, bzw. von dessen Komponenten: *Klima* und *Boden* abhängig. Klima und Boden sind hier die bestimmenden Vegetationsfaktoren. Und daher ist es auch zur Erforschung der Lebenserscheinungen und der Lebensbeziehungen zur Umwelt der Ackerunkrautflora der verbesserten Dreifelderwirtschaft notwendig, auf Klima und Boden der untersuchten Gebiete etwas näher einzugehen.

a) DAS KLIMA

Unter *Klima* verstehen wir mit H a n n ⁽⁸⁴⁾: «Die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen, welche den mittleren Zustand der Atmosphäre an irgendeiner Stelle der Erdoberfläche charakterisieren.»

Das Klima bestimmt einerseits Vegetation, Boden und Kultur, andererseits verändern diese bis zu einem gewissen Grade aber auch wieder das Klima. Hier wirkt das Bedingte mehr oder weniger auf das Bedingende zurück, so dass sich uns ein kompliziertes Ineinandergreifen von Ursache und Wirkung darbietet, das zu überblicken nicht leicht ist. Die sichere Beurteilung des Klimas erfordert daher und infolge der Zusammenwirkung und der Interferenz der einzelnen meteorologischen Elemente langjährige Beobachtungen und Untersuchungen.

Die Schweiz besitzt ein ausgedehntes Netz zur Beobachtung der klimatischen Elemente des Landes. Diese oft lückenlosen meteorologischen Beobachtungen reichen nunmehr auf 70 Jahre und darüber zurück. Die Ergebnisse der 37 Beobachtungsjahre 1864—1900 wurden im Werk «Klima der Schweiz» von M a u r e r, B i l l w i l e r und H e s s verarbeitet. Wir werden im Nachstehenden die Da-

ten des uns interessierenden Gebietes aus diesem Werk benützen müssen. Die Resultate der meteorologischen Elemente der 30 Beobachtungsjahre 1901—1930 haben wir auf Grund des Beobachtungsmaterials der *«Annalen der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt»* zusammengestellt, so dass uns ein Beobachtungsmaterial aus beinahe 70 Jahren zur Verfügung steht. Es soll nun versucht werden, das Klima der untersuchten Gebiete der Dreifelderwirtschaft, die der Ebene und der Hügeregion angehören, auf Grund dieser Ergebnisse zu behandeln.

Zum Vergleich ziehen wir auch die Ergebnisse einiger Stationen (Aarau, Luzern, Olten, Muri, Winterthur und Zürich) der angrenzenden Gebiete herbei, wodurch die Abhängigkeit der Verbreitung der heutigen verbesserten Dreifelderwirtschaft von den klimatischen Faktoren, namentlich von den Niederschlagsverhältnissen besonders deutlich erkennbar ist.

aa) *Die Temperatur.* Das Temperaturmittel dient zur Charakterisierung des Klimas und daher auch in klimatographischer Beziehung dem Pflanzengeographen.

Die Schweiz, im Zentrum von Mitteleuropa gelegen, genießt mit West- und Mitteleuropa die Vorteile, aber auch die Nachteile der für diese geographische Lage eigentümlichen Westwindströmung. Diese Westwinde, über dem Atlantischen Ozean durch Wärmeabstrahlung des Meerwassers und durch den Golfstrom erwärmt, bedingen bei uns und noch weit in den Kontinent hinein eine beträchtliche Erhöhung der Temperatur, namentlich im Winterhalbjahr. Im Sommer aber kühlen die gleichen Winde, und längere Hitzeperioden sind deshalb bei uns selten. Neben den Westwinden kennt die Schweiz aber auch im Winter sehr kalte, im Sommer aber umgekehrt warme, aus dem eurasiatischen Kontinent kommende Ostwinde. Die westlichen Einflüsse sind aber bedeutender und machen sich besonders bei der Temperatur bemerkbar.

Ein erster orientierender Ueberblick über die Wärmeverhältnisse der diesbezüglich zu untersuchenden Gebiete ergibt sich durch Reduktion der gegebenen Jahresmittel auf eine Niveaueinheit. Wir rechnen wie im Werk *«Klima der Schweiz»* mit einer Höhenlage von 500 m ü. M. als Grundlage. Wir haben für unser ganzes Gebiet nach der Methode der kleinsten Quadrate eine Temperaturänderung von 0,486 ° C pro 100 m Höhendifferenz (Maurer legt in

«Klima der Schweiz» für das Mittelland eine Wärmeänderung von 0,40—0,45° C pro 100 m der Berechnung zu Grunde) ermittelt.

Jahresmittel 1864/1930 der Temperatur von 500 m Meereshöhe für die untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz und Grenzstationen

Stationen	Beobachtete Temperatur ° C	auf 500 m reduzierte Temperatur ° C
1. Aarau	8,2	7,7
2. Baden	8,4	7,8
3. Basel	9,6	8,5
4. Böttstein	8,5	7,8
5. Diessenhofen	7,7	7,3
6. Frauenfeld	8,2	7,8
7. Liestal	8,8	7,9
8. Lohn	7,7	8,4
9. Luzern	8,6	8,4
10. Muri	8,2	8,1
11. Olten	8,6	8,1
12. Rheinfelden	9,3	8,2
13. Schaffhausen	8,1	7,9
14. Unter-Hallau	8,3	8,0
15. Winterthur	8,2	8,0
16. Zürich	8,6	8,6

Hieraus geht hervor, dass zwischen Zürichsee und Bodensee die relativ rauheste Zone des tieferen schweizerischen Mittellandes und des nordwestlichen Juras liegt. Diese Zone schiebt sich auch in den Unterlauf der Aare bis über Aarau, der Reuss und der Limmat bis über Baden hinein und setzt sich auch über den westlichen Jura und bis an die Nordgrenze des Kantons Schaffhausen fort. Die mittlere Jahrestemperatur dieses Gebietes beträgt in einer Meereshöhe von 500 m weniger als 8,0° C. Ein ausgeprägt rauhes Gebiet ist die Rhein-Gegend von Schaffhausen bis nach Stein a. Rhein, bei Diessenhofen, und auf der andern Seite dem Rhein entlang bis nach Zurzach. Als Ursache muss der Zutritt der Nordwinde (dem Kettenjura entlang) angesehen werden. Diese Gebiete haben besonders im Winter tiefe Temperaturen.

Höhere Temperaturen finden wir in Zürich und Luzern, wo sich einerseits der Seeinfluss bemerkbar macht, andererseits liegen beide Stationen im Bereich der Föhnzone. Die wärmste Gegend zeigt

sich jenseits des Jura in *Basel* und Umgebung mit einem Winterklima des westlichen Europas. Den West- und Nordwestwinden stellen sich hier die Kämme des Juras entgegen. Ferner werden die Nord- und Nordostwinde, die eigentliche Bise, durch den Schwarzwald, sowie durch Juraausläufer etwas abgehalten. Aber auch die Nordgrenze, an der sonnigen geschützten Südostabdachung des Randens in Lohn ($8,4^{\circ}$ C bei 500 m ü. M.) zeigt ein relativ mildes Klima.

Als Ganzes betrachtet zeigt unser Gebiet verhältnismässig geringe Temperaturunterschiede. Diese Erscheinung liegt in der relativ offenen Lage des Geländes, so dass die Winde von Südwest und Nordost doch mehr oder weniger Zutritt haben, begründet. Auch die Erhebungen des Jura sind von zu geringer Höhe, um die Nordostwinde gänzlich abzuhalten. Ein Windschutz im engeren Sinne des Wortes fehlt, so dass ein Temperatenausgleich stattfinden kann.

Den Pflanzengeographen interessieren vor allem die sogenannten *Lokalklimate*, welche mancherorts in erster Linie das Vorkommen oder Nichtvorkommen gewisser Pflanzenarten und -gesellschaften in bestimmten, eng begrenzten Gebieten bedingen, und welche vornehmlich durch die Wärmeverhältnisse charakterisiert werden. Die Lokalklimate sind vorherrschend Eigentümlichkeiten der Gebirgsländer. Es kann hier unterschieden werden zwischen *Standortklima* und *Seeklima*. Die Analysierung der Lokalklimate aus den Temperaturverhältnissen bestimmter Gebiete bedingt aber zum Ersten die Eliminierung oder besser die Stabilisierung und Ausgleichung der Einflüsse der allgemeinen Bedingungen des Klimas wie der Faktoren: *Geographische Breite und Meereshöhe*.

Der Einfluss der *geographischen Breite* auf die Temperaturverhältnisse eines bestimmten Gebietes wird durch seine Flächenausdehnung in horizontaler Richtung bestimmt. Dieser kann für unser Gebiet nicht von Bedeutung sein. Von den zum Vergleich herangezogenen Vergleichsstationen liegt die nördlichste, *Lohn*, auf $47^{\circ} 45'$ n. Br., die südlichste, *Luzern*, auf $47^{\circ} 03'$, Differenz $0^{\circ} 42'$; eine Differenz, die keinen bedeutenden Temperaturunterschied bedingt. Nach *Spitaler* und *Batchelder* [zitiert nach *Hann* ⁽⁸³⁾] beträgt die Temperaturabnahme in $40-50^{\circ}$ n. Br. pro Gradzunahme

0,80—0,82 ° C. Müller⁽¹⁷²⁾ rechnet im mittleren Europa mit einer Temperaturabnahme von 0,84° C pro Breitengrad. Für unser Gebiet mit einer maximalen Breitengraddifferenz von 42 Bogeneinheiten wird durch die geographische Breite eine maximale Differenz von 0,58° C bedingt.

Ausserdem ist die Temperatur eines Ortes von der *Höhenlage* abhängig. Mit der Ab- und Zunahme der Meereshöhe eines Standortes ist eine rasche Zu- und Abnahme der Temperatur verbunden. Nach Maurer⁽¹⁶²⁾ ändert sich die Temperatur in der Schweiz pro 100 m Höhenunterschied im Mittelland um 0,364° C bis um 0,588° C am Südabhang der Alpen. Als Mass der Temperaturänderung in vertikaler Richtung dient die Ab- oder Zunahme je 100 m Höhendifferenz, der sog. *Temperaturgradient*.

Wir haben auf Grund des Jahresmittels 1864/1930 mit Hilfe der Temperaturmessungen der uns zur Verfügung stehenden Stationen für das untersuchte Gebiet der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz nach der Methode der kleinsten Quadrate den Temperaturgradient (α) und die Normaltemperatur für 500 m Meereshöhe (t_0 *) berechnet und ermittelt:

$$\begin{aligned}\alpha &= 0,486 \\ t_0 &= 8,11 \text{ ° C.}\end{aligned}$$

Unter Zugrundelegung dieser ermittelten Konstanten ergeben sich für unser Gebiet folgende Differenzen zwischen der 1865—1930 beobachteten und berechneten *) Jahresmitteltemperatur der einzelnen Stationen.

*) Die Ermittlung der Normaltemperatur der einzelnen Stationen erfolgt nach der Formel:

$$t = t_0 - \alpha \frac{\Delta h}{100};$$

wobei t = Normaltemperatur bei entsprechender Meereshöhe,
 t_0 = Normaltemperatur bei Vergleichsniveau (500 m),
 α = Temperaturänderung pro 100 m Höhendifferenz (Temperaturgradient),
 Δh = Meereshöhe der Station — Vergleichsniveau.

Stationen	Beobachtete mittlere Jahres- tempera- tur	Berech- nete mitt- lere Jahres- temperat. $\alpha = 0.486$ bei mittl. nördl. Breite 47° 28'	Differenz
Lohn	7,7	7,4	+ 0,3
Luzern	8,6	8,3	+ 0,3
Zürich	8,6	8,1	+ 0,5
Muri	8,2	8,2	± 0
Unter-Hallau	8,3	8,4	- 0,1
Winterthur	8,2	8,4	- 0,2
Schaffhausen	8,1	8,4	- 0,3
Frauenfeld	8,2	8,5	- 0,3
Diessenhofen	7,7	8,5	- 0,8
Aarau	8,2	8,6	- 0,4
Olten	8,6	8,6	± 0
Baden	8,4	8,7	- 0,3
Böttstein	8,5	8,8	- 0,3
Liestal	8,8	8,9	- 0,1
Rheinfelden	9,3	9,2	+ 0,1
Basel	9,6	9,2	+ 0,4

Der Vergleich der berechneten und beobachteten Temperaturmittel der einzelnen Stationen charakterisiert die Lokalklimate. Die Lokalklimate sind Resultanten der Bodenform (ebene, konvexe oder konkave), der Exposition (Südlagen, Nordlagen), der Bodenbedekung (Rasen, Wald, Schnee), der Wärmeausstrahlung von Wasserflächen, des Windschutzes und der Winde, der Tal-, Hang- oder Gipfellage, der Bodenunterlage u. a. m.

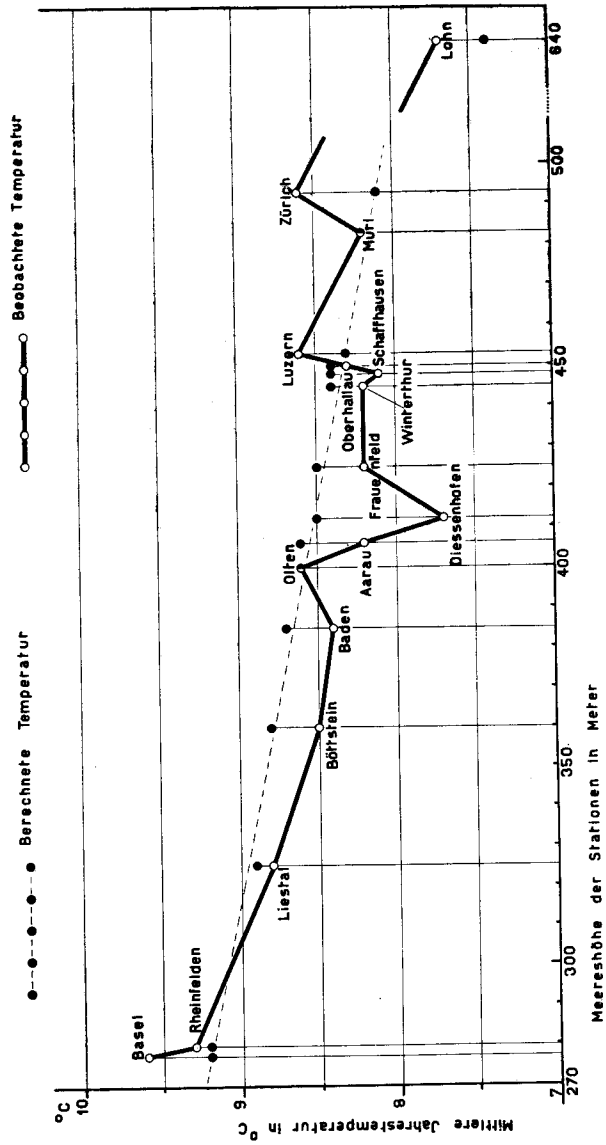
Relativ günstige Lokalklimate besitzen Basel, Lohn und Rheinfelden, und zwar entspricht die klimatische Begünstigung von Basel genau derselben von Lohn (Schaffhausen), entsprechend der jeweiligen horizontalen und vertikalen Lage. In Zürich und Luzern werden die günstigen Lokalklimate durch die Seen und den Föhn bedingt. Relativ ungünstige Klimate finden wir dann vornehmlich wieder in Diessenhofen, Baden, Aarau aus den bereits weiter oben genannten Gründen.

Für unser Gebiet — als Ganzes betrachtet — ergeben sich geringe Differenzen, und das Klima weist in Bezug auf Wärmeverhältnisse weitgehende Uebereinstimmung auf.

Der Vergleich der im «Klima der Schweiz» und der von uns berechneten Temperaturdifferenzen ergibt einige kleinere Unter-

Temperatur-Diagramm der Gebiete der schweizerischen Dreifelderwirtschaft.

Jahresmittel der Beobachtungsperiode 1864-1930.



schiede, die aber nicht prinzipiell klimatische Bedeutung haben, sondern bloss auf die Verwendung verschiedener Temperaturmittel, verschiedener Stationen und ihrer verschiedenen Gruppierung zurückzuführen sind.

bb) *Die Niederschläge.* Neben der Wärme ist es die Menge der atmosphärischen Niederschläge, von der die Vegetation eines Gebietes weitgehend bestimmt wird; beide zusammen bilden die wichtigsten klimatischen Faktoren einer Gegend.

Wir haben für unsere Gebiete mit gemischten Niederschlägen (Regen und Schnee) mit Hilfe der Ergebnisse aus dem «Klima der Schweiz» und den «Annalen der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt», die Niederschlagsmengen der uns interessierenden Stationen der Periode 1864—1930 zusammengestellt, so dass uns zum Vergleiche der Niederschlagsverhältnisse des Dreifeldergebietes die Mittel 67jähriger Beobachtungsreihen zur Verfügung stehen, die zuverlässige Resultate liefern müssen, denn nach H a n n ⁽⁸³⁾ ist der wahrscheinliche Fehler schon eines 50jährigen Mittelwertes der Jahresniederschläge nur 1,5 %. Wir lassen hier nachstehend diese Berechnungsergebnisse für das uns interessierende Gebiet folgen:

Stationen	Nieder- schlag pro Jahr mm	Stationen	Nieder- schlag pro Jahr mm
Diessenhofen . . .	853	Nieder-Neunforn . . .	826
Lohn	845	Frauenfeld	943
Schaffhausen	838	Fehraltorf	1135
Merishausen	838	Winterthur	1090
Schleitheim	803	Hochfelden	961
Löhningen	872	Niederhasli	962
Buch	807	Oerlikon	1015
Unter-Hallau	843	Otelfingen	1054
Wilchingen	892	Regensberg	1072
Rheinau	897	Boppelsen	1107
Wil-Rafz	981	Schöfflisdorf	1007
Kaiserstuhl	914	Zürich	1092
Laufenburg	1067	Dietikon	1084
Frick	1023	Baden	1026
Wittnau	1046	Böttstein	1069
Möhlin	989	Bötzberg	1016
Rheinfelden	942	Brugg	915
Liestal	973	Muri	1077
Basel-Augst	880	Aarau	1045
Basel	808	Olten	1066
Andelfingen	846	Luzern	1181

Eindeutig lässt sich aus obigen Daten erkennen, dass erhebliche Differenzen der Niederschlagsmengen in unseren Gebieten auftreten. Das ganze schweizerische Mittelland, wie auch der schweizerische Jura liegen im Bereich der gemässigten Zone mit Niederschlägen zu allen Jahreszeiten und mit vorherrschenden Sommerregen. Die Abhängigkeit der Niederschlagsverhältnisse von der Terraingestaltung macht sich hier sehr stark geltend. Wir stehen im allgemeinen unter dem Einfluss der Westwinde, die uns auch die Niederschläge bringen. Jeder etwas selbständige Gebirgsstock hat seine mehr regenreiche westliche und trockene östliche Seite. Auch bei Terrainsenkung muss die Niederschlagsmenge durch das Fallen und die Erwärmung des Windes abnehmen. Diese Verhältnisse zeigen sich auf dem ganzen Plateau des schweizerischen Mittellandes zwischen Alpen und Jura. Während wir in der Zentralschweiz Regelmengen pro Jahr von über 1000 bis 1200 mm messen, betragen die Niederschläge in der Ostschweiz um Frauenfeld nur noch 943 mm, und sie fallen lokal unter 900 mm (Andelfingen, Nieder-Neunforn). Ein breiter Streifen mit einem Jahresminimum von nahe oder wenig unter 850 bis 1100 mm zieht sich vom untern Teil des Genfersees dem Becken des Neuenburgersees und dem rechtsseitigen untern Aaregebiet entlang bis zum Bodensee hin.

Aehnliche Verhältnisse zeigt auch der Schweizer-Jura mit Nordwestfuss. Auf der Leeseite des Juras, am Südostabhang, tritt eine rapide Abnahme der Niederschläge deutlich zutage. Auch gegen die Nord- und Nordwestabdachung des Juras gegen Porrentruy-Basel, gegen das Rheintal und gegen die Nordschweiz, gegen den Kanton Schaffhausen, nehmen die Niederschläge sukzessive ab. Im östlichen und westlichen Randengebiet haben wir mittlere jährliche Niederschläge von 800 mm, bei 500 m Meereshöhe in Lohn von nur 754 mm (s. Tabelle S. 30 u. 31). Auch in diesen Gebieten verteilen sich die Niederschläge auf das ganze Jahr, jedoch überwiegen die Sommerregen. Die regionalen Unterschiede sind im einzelnen im ganzen Bereich des nordwestlichen und nordöstlichen Schweizer-Juras gering.

Im ganzen schweizerischen Dreifeldergebiet fällt das Niederschlagsminimum auf die Wintermonate, das Niederschlagsmaximum auf den Sommer.

Von Interesse für uns ist hier auch der Einfluss der Höhenlage auf die Niederschlagsmenge im Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft. Wir haben versucht, diese Erscheinungen durch Zusammenfassung bestimmter Regenmesstationen mit übereinstimmenden orographischen Verhältnissen in Gruppen verschiedener Höhenstufen nach der *Methode der kleinsten Quadrate* rechnerisch zu erfassen. Für das schweizerische Dreifeldergebiet beträgt nach unserer Berechnung die Niederschlagsab- oder -zunahme für 100 m Höhendifferenz 65,35 mm, die mittlere jährliche Niederschlagsmenge im Vergleichsniveau von 500 m = 1117 mm, die mittlere jährliche Niederschlagsmenge auf Meeresebene reduziert = 790 mm.

Wie der Temperaturgradient, variiert auch die Niederschlagszunahme für 100 m Höhendifferenz von Gegend zu Gegend und ist abhängig von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen und der Gruppierung der einzelnen Regenmesstationen. So fand Brockmann⁽²⁴⁾ im Wallis allgemein 83,60 bis 95,40 mm Ab- oder Zunahme je 100 m Höhendifferenz; im Tessin dagegen allgemein 114,00 mm.

Beobachtete, berechnete und auf 500 m Meereshöhe reduzierte Niederschlagsmenge des schweiz. Dreifeldergebietes 1864/1930

Stationen	Beobachteter Niederschlag pro Jahr mm	Berechneter Niederschlag pro Jahr mm	Auf 500 m Meereshöhe reduzierter Niederschlag pro Jahr mm	Differenz: Beobachteter - berechneter Niederschlag pro Jahr mm
Diessenhofen	852	1059	910	— 207
Lohn	845	1208	754	— 363
Schaffhausen	838	1083	872	— 245
Merishausen	838	1139	815	— 301
Schleitheim	803	1110	809	— 307
Löhningen	872	1104	885	— 232
Buch	807	1071	853	— 264
Unter-Hallau	843	1084	876	— 241
Wilchingen	892	1098	911	— 206
Rheinau	897	1026	987	— 129
Wil-Rafz	981	1058	1040	— 77
Kaiserstuhl	914	1013	1017	— 99
Laufenburg	1067	1002	1181	+ 65
Frick	1023	1019	1121	+ 4
Wittnau	1046	1061	1101	— 15
Möhlin	989	1007	1099	— 18
Rheinfelden	942	973	1086	— 31

Stationen	Beobachter Nieder- schlag pro Jahr	Berechneter Nieder- schlag pro Jahr	Auf 500 m Meereshöhe reduzierter Niederschlag pro Jahr	Differenz: Beob- achter - berech- neter Nieder- schlag pro Jahr
	mm	mm	mm	mm
Liestal	973	1002	1087	— 29
Basel-Augst . .	880	970	1027	— 90
Basel	808	971	954	— 163
Andelfingen . .	846	1032	931	— 186
Nieder-Neunforn	826	1081	859	— 255
Frauenfeld . . .	943	1068	992	— 125
Fehraltorf . . .	1135	1140	1111	— 5
Winterthur . . .	1090	1080	1113	+ 10
Hochfelden . . .	961	1052	1026	— 91
Niederhasli . . .	962	1068	1011	— 106
Oerlikon	1015	1084	1048	— 69
Otelfingen . . .	1054	1082	1089	— 28
Regensberg . . .	1072	1188	1000	— 116
Boppelsen	1107	1133	1091	— 26
Schöfflisdorf . .	1007	1101	1023	— 94
Zürich	1092	1112	1097	— 20
Dietikon	1084	1046	1155	+ 38
Baden	1026	1042	1101	— 16
Böttstein	1069	1025	1160	+ 44
Bötzberg	1016	1117	1016	— 101
Brugg	915	1008	1023	— 93
Muri	1077	1106	1088	— 29
Aarau	1045	1055	1106	— 10
Olten	1066	1051	1131	+ 15
Luzern	1181	1086	1212	+ 95

Die grossen Differenzen zwischen beobachteten und berechneten Niederschlagsmengen zeigen einerseits deutlich die geringe Abhängigkeit der Niederschlagsverhältnisse von der Meereshöhe und andererseits die grosse Bedeutung der orographischen Lage der Einzelstation und der Gestaltung des Landes in bezug auf die Niederschlagsmengen. Die beobachteten Niederschlagsmengen stehen fast durchwegs unter den berechneten, der Meereshöhe entsprechenden. Nur einige Stationen (Böttstein, Winterthur, Dietikon, Olten und Luzern) erhalten mehr Niederschläge als dem Berechnungswert entspricht, bedingt durch spezielle örtliche Verhältnisse. Diese Niederschlagsverhältnisse werden besonders gut veranschaulicht durch die folgende graphische Darstellung der Niederschlagssummen und ihre Beziehungen zur Meereshöhe der einzelnen Stationen des Dreifeldergebietes (siehe S. 33).

Für die Verbreitung der Vegetation ist besonders die Verteilung der Niederschläge während der Vegetationszeit von Bedeutung, obwohl selbstverständlich auch die andern Klimafaktoren dabei mitwirken.

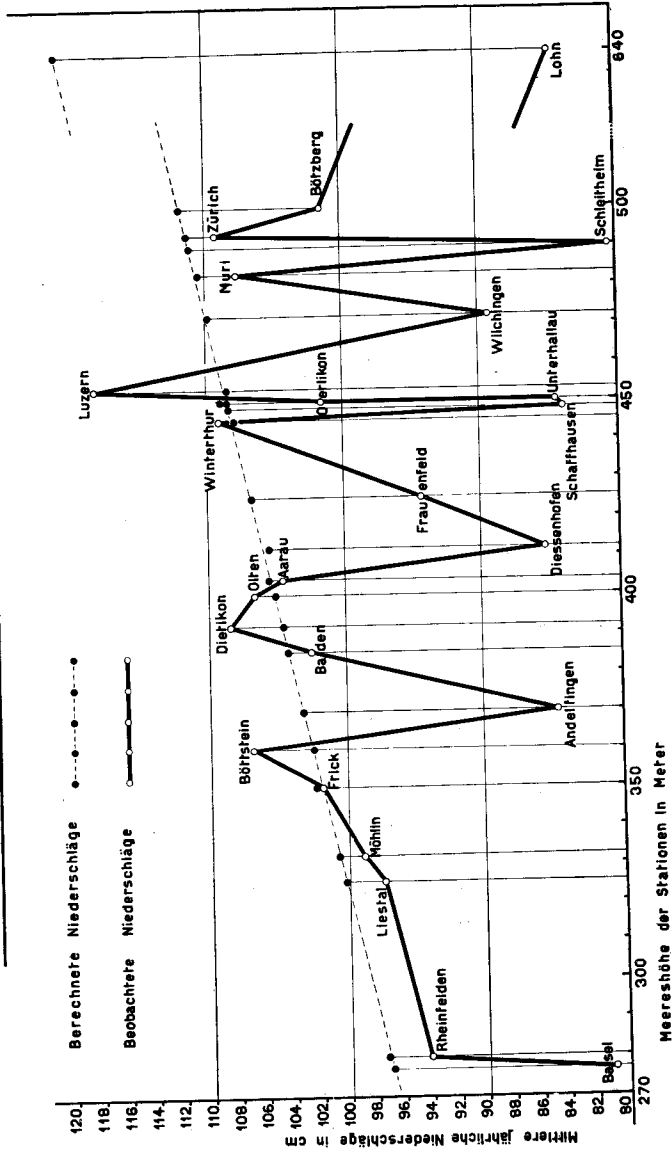
Entsprechend den Jahressummen verteilen sich auch die Niederschläge der Vegetationszeit über die Gebiete der Dreifelderwirtschaft. Wir haben hier wie dort geringe Niederschläge um Basel und im östlichen Randengebiet. Höhere Niederschläge weist auch während der Vegetationszeit das Mittelland auf. Die Jahressummen und ihre Verteilung werden also bei uns in erster Linie durch die maximalen Sommerregen bedingt.

Anlehnend an die gegebenen Niederschlagsverhältnisse unseres Gebietes der Dreifelderwirtschaft teilen wir zur Festhaltung der speziellen Niederschlagsgebiete der einzelnen Gegenden das ganze uns interessierende Gebiet nach geographischen Gesichtspunkten ein und unterscheiden:

1. *den schweizerischen Anteil an der oberrheinischen Tiefebene.*
Dazu gehört Basel mit seiner Umgebung, am Südrand der oberrheinischen Tiefebene gelegen mit unter 900 mm mittlerer jährlicher Niederschlagsmenge;
2. *den Randen nördlich Schaffhausen im Regenschatten des Schwarzwaldes,* mit weniger als 900 mm Niederschlägen;
3. *den Plateau-Jura* mit 993 mm;
4. *das schweizerische Mittelland* mit im Durchschnitt 1013 mm.

Brockmann⁽²⁴⁾ berechnet für die ganze Schweiz eine mittlere jährliche Niederschlagsmenge von 1562,7 mm. Die Niederschlagsmengen des Dreifeldergebietes der Schweiz stehen also weit unter dem Landesmittel. Es gehören dazu (mit Ausnahme der extremen Trockengebiete Wallis und Unterengadin) die trockensten Gegenden der Schweiz, in denen das Klima, bzw. die Niederschlagsverhältnisse den Getreidebau weitgehend begünstigen. Und da der Getreidebau vornehmlich die Dreifelderwirtschaft bestimmt, so sind geringe Niederschläge als Vorbedingung der Dreifelderwirtschaft zu betrachten.

Niederschlags-Diagramm der schweizerischen Dreifelderwirtschaft Jahresmittel der Beobachtungsperiode 1864 - 1930



cc) *Die Verdunstung.* Als dritten Grosswert des Klimas nennt R a m a n n ⁽²⁰⁸⁾ die Verdunstung.

Leider fehlen gewöhnlich direkte Verdunstungsmessungen, und auch zur Berechnung der Verdunstung mit Hilfe von Gleichungen liegen die notwendigen Daten meist nicht vor. Man ist daher genötigt, selbst auf die Gefahr hin, ziemlich grosse Fehler zu machen, für die Bewertung der Verdunstung diejenigen meteorologischen Elemente heranzuziehen, die durch übliche Beobachtungen festgestellt werden, d. h. aus der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit der Luft auf die Verdunstung zu schliessen. Auch M e y e r ⁽¹⁸⁹⁾ versuchte durch einen berechneten Faktor die Verdunstung eines bestimmten Ortes zu charakterisieren und bildete mit Hilfe der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit das absolute Sättigungsdefizit der Luft. Das absolute Sättigungsdefizit der Luft ist die Differenz $E - e$, wobei:

E = maximale Spannkraft bei gegebener Temperatur,

e = Spannkraft des in der Luft schon vorhandenen Wasserdampfes ist.

Dem Vorgehen von L a n g, L i v i n g s t o n, S h r e v e und S z y m k i e w i c z folgend, brachte M e y e r ⁽¹⁸⁹⁾ das Sättigungsdefizit der Luft für Wasserdampf als Hilfsmasstab der Verdunstung (als dem Niederschlag entgegenwirkender Faktor) in Beziehung zur Niederschlagssumme eines Ortes und führte den Begriff *N.-S.-Quotient* $= \frac{\text{Niederschlag}}{\text{Sättigungsdefizit}}$ ein. Der N.-S.-Quotient gibt, wie der Befeuchtungsfaktor von L i v i n g s t o n und S h r e v e, der Befeuchtungsquotient von S z y m k i e w i c z, der Regenfaktor von L a n g ⁽¹⁴³⁾ und die reduzierte Regenmenge von K ö p p e n ⁽¹²⁷⁾, einen relativen Begriff von dem durch den Boden der Beobachtungsstation aufgenommenen Wasser. Hohe N.-S.-Quotienten deuten auf humide, niedere auf aride Klimate.

Der Kulturpflanzenbestand des Ackers schützt den Ackerboden vor intensiver Sonnenbestrahlung und bedingt auch eine relativ langsame Lufterneuerung im Ackerfeld, so dass hier die Verdunstung geringer sein wird als im offenen Felde. Unter diesen Umständen ist anzunehmen, dass die Verdunstung das Wachstum und die Verbreitung der Ackerunkräuter in geringerem Masse als das Gedeihen der Pflanzen lichter, natürlicher Bestände zu beeinflussen vermag.

Trotzdem und obwohl das Sättigungsdefizit, wie auch der N.-S.-Quotient nur als Annäherungswert der realen Verdunstungsmenge und Befeuchtung eines Ortes betrachtet werden kann, müssen auch wir hier — aus Mangel eines andern Verdunstungs- und Befeuchtungswertes — zur Charakterisierung der Feuchtigkeit der Klimate unserer untersuchten Gebiete der Dreifelderwirtschaft den N.-S.-Quotienten berechnen und lassen die Ergebnisse nachstehend folgen.

N.-S.-Quotient: Jahresmittel 1864/1930

	Mittleres Sättigungsdefizit	N.-S.-Quotient Jahresmittel 1864/1930		Mittleres Sättigungsdefizit	N.-S.-Quotient Jahresmittel 1864/1930
	mm			mm	
Aarau . . .	1,77	590	Luzern . . .	1,81	652
Baden . . .	1,75	586	Muri . . .	1,64	656
Basel . . .	1,87	432	Olten . . .	1,60	666
Böttstein . .	1,51	708	Rheinfelden .	1,93	487
Diessenhofen	1,43	596	Schaffhausen .	2,04	406
Frauenfeld .	1,68	585	Unter-Hallau	1,69	499
Liestal . . .	1,53	636	Winterthur .	1,68	649
Lohn . . .	1,59	531	Zürich . . .	1,94	562

N.-S.-Quotient der Vegetationszeit
(April bis Oktober im Mittel 1864/1900.)

	Mittleres Sättigungsdefizit	N.-S.-Quotient Vegetationszeit 1864/1900		Mittleres Sättigungsdefizit	N.-S.-Quotient Vegetationszeit 1864/1900
	mm			mm	
Aarau . . .	2,50	286	Luzern . . .	2,92	300
Basel . . .	3,08	190	Muri . . .	2,42	307
Böttstein . .	2,45	250	Olten . . .	2,24	307
Diessenhofen	2,56	218	Unter-Hallau	2,88	196
Frauenfeld .	2,71	236	Winterthur .	2,64	301
Lohn . . .	2,89	203	Zürich . . .	3,07	267

Die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit des ganzen Jahres liegt bei unseren Stationen zwischen den Werten 75—85 %, entsprechend ihrer Mittelstellung zwischen Kontinental- und Seeklima. Der Wasserdampfgehalt der Luft folgt, wie bekannt, vornehmlich der Temperatur.

Die kälteren Lagen sind daher im allgemeinen auch die feuchteren, die wärmsten die trockensten Gebiete. Da aber der Wasser-

dampfgehalt der Luft, bezw. die Verdunstung ausser der Temperatur von Luftdruck und Luftwechsel beeinflusst wird, ergeben sich hierin immer Abweichungen, wie ein Vergleich unserer Werte deutlich zeigt. Auffälligere Unterschiede zeigen die N.-S.-Quotienten, die ausserdem noch eine Funktion der Niederschlagssummen sind und daher mehr die Befeuchtungswerte als die Luftfeuchtigkeit eines Ortes charakterisieren. Der Vergleich unserer Ergebnisse des schweizerischen Dreifeldergebietes zeigt aber doch eine weitgehende Parallelität zwischen den N.-S.-Quotienten, der Luftfeuchtigkeit und den Niederschlagssummen der einzelnen Orte. Temperatur und N.-S.-Quotienten verlaufen primär entgegengesetzt. Und schliesslich gilt auch für die Dreifelderwirtschaft die Regel: kältere Lagen, hohe Niederschläge, hohe relative Luftfeuchtigkeit, hohe N.-S.-Quotienten bedingen feuchtere Klimate; wärmere Lagen, geringe Niederschläge, geringe relative Luftfeuchtigkeit, niedere N.-S.-Quotienten deuten auf trockenere Klimate hin. Die niedrigsten N.-S.-Quotienten finden wir auch in den wärmeren und niederschlagsärmeren Gegenden im Norden und Nordwesten unseres Gebietes, die höchsten dagegen in den niederschlagsreicheren des Mittellandes. Eine Ausnahme finden wir aber bei den Stationen des Kts. Schaffhausen, die trotz niederer Temperatur, hoher relativer Luftfeuchtigkeit: geringe Befeuchtungswerte, also trockene Klimate, infolge Niederschlagsarmut, besitzen. Aehnliche Verhältnisse treffen wir in Unter-Hallau auch während der Vegetationszeit; trotz relativ niederer Temperatur haben wir geringe relative Luftfeuchtigkeit und einen niederen N.-S.-Quotienten, also relativ trockene Vegetationsperiode.

Im jährlichen Gange erreichen die Befeuchtungswerte ihr Maximum im Winter, ihr Minimum im Sommer und Frühling, infolge der trockenen Nordostwinde.

Alle unsere bisherigen Untersuchungen lassen eine gewisse Ausgeglichenheit des Klimas innerhalb des Dreifeldergebietes erkennen. Namentlich die Temperaturwerte der einzelnen Stationen weichen verhältnismässig wenig voneinander ab. Deutlichere Unterschiede können in bezug auf die Niederschlagsverhältnisse festgestellt werden. Dennoch muss das Vorkommen der einzelnen Unkrautarten auch im Dreifeldergebiet der Schweiz neben andern Bedingungen vom Klima abhängen. Die Unterschiede des Klimas, bezw. seiner Komponenten müssen, wie uns die Beobachtung im Felde belehrt, gross genug sein, um das Gedeihen der einzelnen Unkrautarten zu beeinflussen.

b) DER BODEN

Der zweite die Vegetation bestimmende Hauptfaktor ist der *Boden*. Zwischen Boden und lebender Pflanze besteht eine innige Wechselbeziehung. Der Boden dient der Pflanze als Standort und Nahrungsquelle. Sie bezieht aus ihm das Wasser und die für ihr Leben unerlässlichen Kationen und Anionen. Als Boden bezeichnen wir vom ökologischen Standpunkt denjenigen Teil der Erdrinde, der Pflanzen trägt. Es ist daher ohne weiteres ersichtlich, dass der Boden für die Verbreitung und das Gedeihen der einzelnen Pflanzenarten von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Die Böden der Schweiz sind verhältnismässig jung und heute noch stark vom Muttergestein beeinflusst.

Das schweizerische Dreifeldergebiet zerfällt in drei verschiedene geologisch-geographische Hauptgebiete. Die nordwestlichen Gebiete gehören zum *Tafeljura*. Er bildet, als Ganzes betrachtet, eine von tiefen Tälern durchfurchte Hochfläche. Nordöstlich davon schliesst sich das Gebiet des *Randen*, nördlich von Schaffhausen gelegen, an.

Die südwestlichen und nordöstlichen Gegenden gehören zum schweizerischen *Mittelland*, oder wie es auch genannt wird: mittelschweizerische *Hochebene*. Die Geologen nennen dieses Gebiet auch das *Molasseland*.

Die Materialien zu den Gesteinen, aus denen der Boden des Mittellandes hervorgeht, sind zum grössten Teil alpinen Ursprungs. Die ältesten Schichten sind die Molassegesteine, die jüngsten die Moränen und die Schotter. Die Sandsteine der Molasse liefern oft leichte, lockere und ziemlich trockene Sandböden. Mit zunehmendem Tongehalt werden die Böden fruchtbarer. Die Mergel der Molasse bilden oft bei zu grossem Tongehalt schwere und nasse Böden.

Die diluvialen Ablagerungen bestehen aus verschiedenen Gesteinsarten und bilden im allgemeinen fruchtbarere Böden. Die Grundmoränenböden sind in flacher Lage infolge des lehmhaltigen Materials oft undurchlässig und nass, wie z. B. der Talboden Oberglatt-Rümlang-Kloten. Kiesige Grundmoränen (Lettengrien) lockern durch die Verwitterung oft zu trockenen Boden auf. Am fruchtbarsten und am besten zu bearbeiten sind die erdigen Obermoränenböden mit eingestreuten Gesteinsbrocken.

Die unverwitterten Schotter tragen wegen ihrer grossen Durchlässigkeit trockene Böden. Durch die Verwitterung nehmen sie

aber mehr und mehr eine lehmige, bindige Beschaffenheit an. Dasselbe gilt auch von Gehängeschutt und den Schuttkegeln. Die Böden der Schotter werden auch heute noch vornehmlich als Getreideland benutzt, namentlich die Hoch- und Niederterrassenschotterablagerungen. Diese, wie auch der durch Windtransport feiner Verwitterungsprodukte entstandene Löss bilden daher auch meist die Böden des Dreifeldergebietes des Mittellandes.

Der *aargauische Tafeljura*, der uns hier allein interessierende Teil des westlichen Tafeljuras, liegt zwischen Rhein und Kettenjura einerseits, und Birs und Aare anderseits.

Im Ganzen betrachtet sind die Juraböden steinige, wenig tiefgründige, zerklüftete, stark wasserdurchlässige und trockene Böden. Bei grösserem Tongehalt werden sie zähe, sind schwer zu bearbeiten und oft undurchlässig und oberflächlich nass. Auch die Tertiärablagerungen des Tafeljuras tragen meist trockene, schwer verwitterbare Böden. Fruchtbarer sind die Gebiete mit diluvialen und alluvialen Aufschüttungen, wie das untere Aaretal, das aargauische Rheintal und die Lössgebiete bei Möhlin und das Ober- und Ruckfeld bei Würenlingen, wo wir, abgesehen von der Unterlage, bodenkundlich ähnliche Verhältnisse wie im Mittelland haben.

Zum dritten Teilstück der nordostschweizerischen Dreifelderwirtschaft gehören die Gebiete des Klettgau, des Schaffhauser-Randens, die Gebiete Buchthalen, Dörflingen und im Bibertal die Enklave Stein-Buch.

Im *Klettgau*, wie auch östlich von Schaffhausen (Schaffhausen-Thayngen-Hemmishofen) finden sich ähnliche geologische Verhältnisse wie im schweizerischen Mittelland, trotzdem das Klettgau von diesem durch südwestliche Ausläufer des Schaffhauser-Randens fast gänzlich abgetrennt wird.

Die Hochterrassenböden tragen meist Kulturland. Die Ablagerungen der letzten Vergletscherung sind bald mit Kulturland, bald mit Wald bedeckt. Im allgemeinen sind die Böden der Grundmoränen Acker- und Wiesböden, während die Kiesterrassen auch Wald tragen.

Der Hauptteil des Gebietes gehört zum Schaffhauser-Randen. Dieser zerfällt in

1. den Hauptranden westlich des Durachtales, höherer Teil;
2. den Reyat, östlich des Durachtales, niederer Teil;

3. den Südranden, südlich des Klettgaus.

Die Hauptmasse des Randens gehört zur Juraformation. Diese bankigen und massigen Kalke verwittern schwer und liefern einen steinigen, flachgründigen, trockenen Boden. Die Niederschläge versickern rasch im lockeren Gestein des weissen Juras. Günstigere Verhältnisse zeigen sich dort, wo diese Malmgesteine Ton- und Lehmlager tragen. Das Malmplateau des Reyats wird teilweise bedeckt mit Bohnerzlehm, z. B. bei Lohn. Bei Büntenhardt, Stetten und Lohn finden sich noch Meeresmolasseablagerungen vor, wodurch hier günstigere Bodenverhältnisse geschaffen werden. Während die untere Stufe des Doggers am Westfuss des Randens von Beggingen bis Siblingen meist waldfrei ist und Wiesen, sowie oft Reben trägt, bilden oberer Dogger und Malm die bewaldeten Steilabhänge des Randens.

Die neuere Bodenkunde versteht nach R a m a n n ⁽²⁰⁸⁾ unter *Boden*: *die oberste Verwitterungsschicht der festen Erdrinde*. — Er entsteht durch Verwitterung der Unterlage, der festen Erdrinde, wie durch Zersetzung organischer Stoffe. Der Boden kann als ein Produkt

1. des Muttergesteins,
2. des Klimas,
3. der Vegetation und der Bodenfauna,
4. der Kultur durch den Menschen

betrachtet werden.

Der junge Boden wird primär durch das Muttergestein — vornehmlich seine physikalischen und chemischen Eigenschaften — bestimmt. Mit Fortschreiten der Bodenentwicklung wird er in seinen Eigenschaften immer unabhängiger vom Muttergestein, immer abhängiger dagegen vom Klima, so dass der alte gereifte Boden auch als ein Produkt des Klimas anzusehen ist.

Die *Braunerde* ist der Bodentypus des schweizerischen Mittelandes [P a l l m a n n ^(196, 197, 198)].

Die *Bodenreaktion* der Braunerde liegt infolge des geringen Wasserstoffionengehaltes der Ionenschale des Tones und infolge der Adsorptiv-Sättigung der Gele und des Humus mehr oder weniger eng um den Neutralpunkt.

Pallmann fand:
(berechnet aus über 3000 *) Bestimmungen)

Wir fanden im
Ackerboden des
Braunerdegebietes
der schweiz. Dreifelderwirtschaft(berechnet aus 201 Bestimmungen)

Stark alkalische Reaktion mit	pH-Werten	über 8	bei 5 %	bei 40 %
Schwach alkal.	»	»	von 7—8: 65 %	bei 57 %
Schwach saure	»	»	von 6—7: 20 %	bei 3 %
Stark	»	»	von 5—6: 8 %	—
Sehr stark saure	»	»	von 4—5: 2 %	—

Das Untersuchungsmaterial Pallmanns verteilt sich auf Wiesböden (Kunst- und Naturwiesen), auf Ackerland und auf Weiss-tannen- und Buchenbestände. Wir untersuchten dagegen nur Ackerland, und vornehmlich stammen die zusammengestellten Bodenproben von mit Kali und Kalk (in Form von Thomasmehl) mehr oder weniger regelmässig gedüngtem Getreideland. Und diese alkalische Düngung darf vielleicht auch teilweise als Ursache des Verschiebens der Bodenreaktion (nach der alkalischen Seite hin) der Braunerde des Getreidelandes der schweizerischen Dreifelderwirtschaft des Mittellandes angesehen werden. Zum grösseren Teil wird es aber der Reifezustand der vornehmlich aus jungen Diluvial- und Alluvialablagerungen gebildeten Getreidefelder sein, der diese Reaktionsverhältnisse bedingt. Ausserdem sind hier auch der Grad der Durchwurzelung des Bodens und die Rhizosphäre zu berücksichtigen, weil davon die Entwicklung der durch die Bodenbakterien erzeugten und durch die Pflanzenwurzeln ausgeatmeten CO₂-Menge, wovon die Ueberführung der Kalzium- und Magnesiumkarbonate in leichtlösliche Bikarbonate z. T. abhängig ist, beeinflusst werden. In engstem Zusammenhang steht damit auch die Intensität der Auswaschung der genannten Karbonate und die Intensität der Aenderung der Bodenreaktion (Zunahme der Wasserstoffionen). Diese Verhältnisse müssen in den während des ganzen Jahres mehr oder weniger intensiv durchwurzelten Wies- und Waldböden, sowie in den eine natürliche Vegetation tragenden Böden gegenüber den nur während einer verhältnismässig kurzen Zeit (Vegetationszeit) von lebenden Pflanzenwurzeln durchdrungenen Ackerböden eine bedeutende Steigerung erfahren. Der festgestellte Reaktionsunterschied

*) inklusive pH-Bestimmungen von schweizerischen Wies- und Ackerböden, ausgeführt von der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon.

der Bodenuntersuchungen P a l l m a n n s und der unsrigen kann daher, z. T. wenigstens, auch als eine Folge dieser Zustände betrachtet werden. Zudem übersteigen die höheren pH-Werte unserer Untersuchungen die Reaktionszahl 8 wenig und liegen grösstenteils eng über dieser gruppiert. Sie erreichen im Maximum den pH-Wert 8,68. Es zeigt sich also bei obigem Untersuchungsmaterial doch weitgehende prinzipielle Uebereinstimmung.

Mehr oder weniger parallel mit der Bodenreaktion, bezw. mit den Reaktionszahlen gehen auch die *Kalkwerte*. Sehr alkalische Böden enthalten auch fast immer einen grösseren Gehalt an freiem CaCO_3 . Der Kalkgehalt der Braunerdemuttergesteine schwankt gewöhnlich zwischen 15–35 %. In der Ackerkrume der Braunerde sind dagegen die Erdalkalikarbonate aus den obern Schichten mehr oder weniger ausgewaschen, so dass der Kalkgehalt der Oberkrume bedeutend geringer ist als beim Muttergestein. Unsere diesbezüglichen Analysen ergeben:

	Reaktionszahl (pH-Werte)	Kalkwerte CaCO_3 -Gehalt %	Anzahl der untersuchten Böden
Schwach sauer	6–7	0	5
Schwach alkalisch . . .	7–8	0 —11,40	116
Stark alkalisch	8–9	0,02–15,60	80

Die Parallelität zwischen Reaktionszahlen und Kalkwerten unserer untersuchten Braunerdeböden des Mittellandes werden noch deutlicher durch folgende Zusammenstellung illustriert:

K a l k w e r t e (CaCO_3 -Gehalt in Prozent)									
Reaktions- zahl (pH- Wert)	Gesamt- zahl der unter- suchten Böden	0–1 %		1–5 %		5–10 %		über 10 %	
		Anzahl der unter- suchten Böden	in % aller unter- suchten Böden	Anzahl der unter- suchten Böden	in % aller unter- suchten Böden	Anzahl der unter- suchten Böden	in % aller unter- suchten Böden	Anzahl der unter- suchten Böden	in % aller unter- suchten Böden
6–7	5	5	100,00	—	—	—	—	—	—
7–8	116	98	84,50	13	11,20	1	0,80	4	3,50
8–9	80	21	26,20	30	37,50	16	20,00	13	16,30

Aehnliche Verhältnisse fand auch J e n n y ^(10*) bei den Moränenböden des schweizerischen Mittellandes. Er stellte hier schon neu-

trale Reaktion nur bei Anwesenheit von CaCO_3 fest. Wird der Kalkgehalt = Null, so beginnt die Versäuerung momentan.

Eine gewisse Uebereinstimmung zwischen pH-Wert und Kalkgehalt des Bodens wiesen auch Wrangell und Müller (269) bei württembergischen Böden nach:

Kalkgehalt (CaCO_3 %)	pH-Werte
0,47	6,4
0,64	6,6
1,52	6,9
2,45	6,9

Etwas andere Bodenbildungsverhältnisse herrschen im schweizerischen *Tafeljura* und im Schweizer-Jura überhaupt. Es bildet sich hier auf weiten Flächen ein anderer Bodentypus aus als im Mittelland, allerdings weniger infolge Aenderung des Klimas (auch hier haben wir humides Klima), als durch das Muttergestein bedingt. Auf dem massigen Kalk des Juragebirges aufgelagert, entsteht *Humuscarbonatboden* oder *Rendzina* [Pallmann (196, 197, 198)] wie in den Kalkalpen. Wir finden ihn im ganzen Schweizer-Jura, wie im Schaffhauser-Randengebiet.

Nimmt auch im Juragebiet der Kalkgehalt des Muttergesteins ab wie bei den Keuperschichten, den Molassefetzen der Juratäler, oder den Diluvial- und Alluvialablagerungen, so bildet sich wie im Mittelland *Braunerde* aus; auf Keuper aber in einer stark gekrümmelten, tonigen Varietät, wie z. B. bei Frick und Ober-Hallau. Im unteren Aaretal, im aargauischen Rheintal wie auch im Klettgau haben wir deshalb die Braunerde des Mittellandes.

Ueber die *Reaktionsverhältnisse und Kalkwerte* dieser Gebiete orientieren uns die nachstehenden Ergebnisse unserer Bodenuntersuchungen:

	Humuscarbonatböden des Juras	Braunerde des Tafeljuras auf Keuper	Braunerde des Tafeljuras auf Molasse-, Diluvial- u. Alluvialablagerungen	Lösslehmbo-den (Möhlin) des Tafeljuras
pH-Werte	7,99— 8,50	7,58— 8,37	6,90—8,35	6,85—7,33
CaCO_3 -Gehalt in Prozent	16,20—54,60	0 —13,70	0 —1,30	0 —0,35

Sehr instruktiv ist hier die Zunahme des Gehaltes an CaCO_3 der untersuchten Juraböden von Lösslehm zu Braunerde der Molasse,

Diluvial- und Alluvialablagerungen zu Braunerde des Keupers und zu den Humuscarbonatböden. Als mehr oder weniger entkalkt zeigen sich die Möhliner-Lössböden mit schwach saurer bis neutraler — bis schwach alkalischer Reaktion. Mit der Entkalkung geht hier parallel eine langsame Versäuerung. Auch die Braunerde der Diluvial- und Alluvialablagerungen haben pH-Werte unter 7,0. Es betrifft dies aber in erster Linie Böden in der Umgebung von Basel-Augst, die als Uebergangsstufe der Lössböden angesehen werden müssen. Obige Resultate zeigen deutlich, dass die Bodentypen des schweizerischen Juras vornehmlich vom Gehalt an CaCO_3 des Bodens, bezw. des Muttergesteins bedingt werden.

Der gewachsene Boden hat in seiner natürlichen Lagerung eine bestimmte Struktur, die von der Grösse der Einzelkörner, der Primärteilchen, der sogenannten Protone, dann aber auch von der Grösse der Krümel, der Sekundärteilchen oder Polyone, vom Salzgehalt des Bodens, vom Gehalt und der Natur des Humus und noch von andern Faktoren abhängig ist. Die Struktur des Bodens ist ein komplizierter Zustand. Von besonderer Bedeutung für die Kultur ist die Struktur der Protone, die der physikalischen Zerteilung des Bodens entspricht. Die *physikalische* Zerteilung bedingt weitgehend die Bodeneigenschaften wie Nährstoffvorrat, Bakteriengehalt, Bodenwärme, Porenvolumen, Wasserkapazität, Hygroskopizität, Wasserdurchlässigkeit, Humusbildung, Luftkapazität u. a. m. Zur Messung der physikalischen Zerteilung des Bodens benutzt man die Schlämmanalyse. Dadurch können wir gewisse Grundlagen über die Beziehung des Bodens zum Gedeihen der Pflanzen gewinnen. So will St u t z e r ⁽²³⁹⁾ auf Grund der Schlämmanalyse Roggen- und Weizenböden unterscheiden, was wohl in Deutschland mit extremen Bodenverhältnissen (ausgesprochene Sandböden oder Roggenböden), nicht aber im schweizerischen Dreifeldergebiet angängig ist. Das Charakteristische der verbesserten Dreifelderwirtschaft ist ja gerade ihre Fruchtfolge, d. h. der Wechsel der Kulturart auf demselben Grundstück, wie Weizen, Roggen, Kartoffeln oder Klee. Im Dreifeldergebiet gibt es deshalb keine spezifischen Weizen- und Roggenböden.

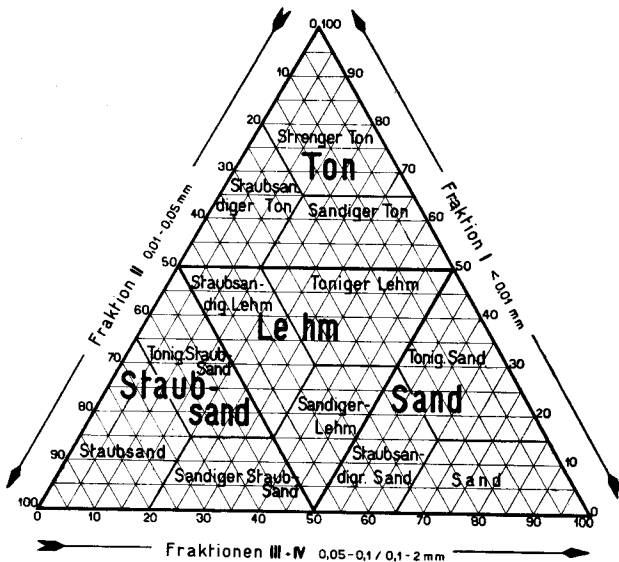
Das Prinzip der Schlämmethode beruht auf der verschiedenen Fallgeschwindigkeit der verschiedenen Grössenklassen der Einzelkörner, der Korngruppen oder sogenannten Fraktionen im Wasser.

Die Messung der verschiedenen Einzelkornfraktionen erlaubt uns verschiedene Bodenarten, wie allgemein Tonböden, Lehm Böden und Sandböden zu unterscheiden. Im natürlichen Boden befinden sich die Einzelkornfraktionen in Mischung. Das Mischungsverhältnis der Korngruppen dient uns zur Einteilung der Böden in einzelne Bodenarten. Dennoch kennt man sehr verschiedene Einteilungen und entsprechend auch verschiedene Bodenklassen oder Bodenarten. Die Eidgenössischen Agrikulturchemischen Anstalten unterscheiden nach dem Mischverhältnis der Korngruppen:

1. mit mehr als 50 % Abschlämbarem (Teilchen unter 0,01 mm Äquivalentdurchmesser): *Tonböden*;
2. mit 50—20 % Abschlämbarem: *Lehmböden*;
3. mit unter 20 % Abschlämbarem: *Sandböden*.

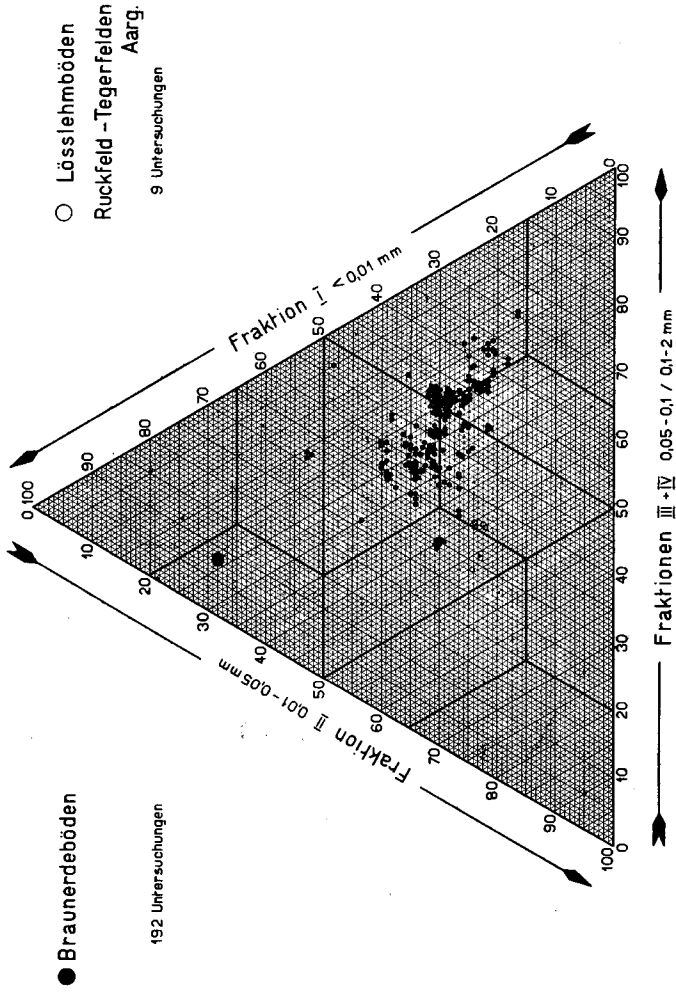
Wir haben unsere Böden der untersuchten Gebiete der schweizerischen Dreifelderwirtschaft nach der sogenannten *Spülmethode nach K o p e c k y* analysiert und folgende Ergebnisse gefunden (siehe S. 46/47).

Bodenklassifikation nach Diserens-Wiegner



Bodenklassifikationen nach Diserens - Wiegner

Bodenarten und ihre Verbreitung im untersuchten Gebiet der Dreifelderwirtschaft des schweizerischen Mittellandes.



Bodentypus	Anzahl Böden	Von 100 untersuch- I. Fraktion		
		Abschlämmbares (Einzelkörner unter 0,01 mm Äquivalentdurchmesser) in		
		15-30 %	30-50 %	50-60 %
Braunerdeböden des schweiz. Mittellandes	192	52,00	46,40	1,60
Lösslehm Böden des schweiz. Mittellandes	9	100,00	—	—
Braunerdeböden des schweiz. Tafeljuras	44	20,40	75,00	4,60
Humuscarbonatböden des schweiz. Tafeljuras	12	16,70	25,00	58,30
Lösslehm Böden u. Lösslehmähnliche d. schw. Tafeljuras	15	100,00	—	—

Auf Grund der *Bodenklassifikation* von Diserens und Wiegner ermöglichen uns diese Ergebnisse, die Böden der untersuchten Dreifeldergebiete in nachstehende *Bodenarten* einzuteilen.

Bodentypus	Anzahl Böden	Tonböden			
		Strenger Ton	Staubsandiger Ton	Sandiger Ton	Toniger Lehm
		%	%	%	%
a) Untersuchte Böden des					
Braunerde	44	—	—	4,50	70,60
Humuscarbonat	12	—	16,70	41,70	25,00
Lösslehm und Lösslehmähnliche	15	—	—	—	—
b) Untersuchte Böden des					
Braunerde	192	—	—	1,60	39,50
Lösslehm (Ruckfeld-Tegerfelden)	9	—	—	—	—

Strenge Tonböden zeigen sich bei unserer Untersuchung nicht. Die schwersten Tonböden finden sich im Dreifeldergebiet des Tafeljuras. Sie gehören zu den Humuscarbonatböden mit einem CaCO_3 -Gehalt von 21,20 und 25,40 %. Sie befinden sich am westlichen Abhang des Schaffhauser-Randens bei Schleitheim und besitzen 58,50 % Abschlämmbares. Auch die «sandigen Tonböden» des Ta-

ten Böden enthalten:

II. Fraktion				III. und IV. Fraktion				
Staubsand (Einzelkörner mit 0,01—0,05 mm Aequivalentdurchmesser) in				Feinsand und Grobsand (Einzelkörner mit 0,05—0,1 mm und 0,1—2 mm Aequivalentdurchmesser) in				
0-20 %	20-35 %	35-50 %	50-65 %	0-20 %	20-35 %	35-50 %	50-65 %	65-100 %
29,20	67,70	3,10	—	—	9,40	50,50	39,10	1,00
—	—	100,00	—	—	22,20	77,80	—	—
18,29	72,70	9,10	—	6,80	31,80	45,50	6,80	9,10
16,70	83,30	—	—	33,30	50,10	8,30	—	8,30
—	—	26,70	73,30	60,00	40,00	—	—	—

Ihre prozentische Verteilung beträgt bei den einzelnen Bodentypen:

Lehmböden		Staubsandböden			Sandböden		
Staub-sandiger Lehm %	Sandiger Lehm %	Toni- ger Staub- sand %	Staub- sand %	Sandiger Staub- sand %	Toni- ger Sand %	Staub- sandiger Sand %	Sand %
schweizerischen Tafeljuras							
9,00	—	—	—	—	15,90	—	—
—	8,30	—	—	—	8,30	—	—
26,70	—	73,30	—	—	—	—	—
schweizerischen Mittellandes							
3,10	15,60	—	—	—	26,00	14,20	—
22,20	77,80	—	—	—	—	—	—

feljuras sind Humuscarbonatböden von Schleithelm, Thälheim (Aargau) und Zurzach (Aargau). Die Braunerdeböden des Mittellandes wie des Tafeljuras verteilen sich vornehmlich auf die Klassen der Lehmböden. Sandböden haben wir ebenfalls wenige. Ausgesprochene Sandböden zeigen sich keine. Haben wir die relativ extrem schweren Böden im Tafeljura bei den Humuscarbonatböden,

so zeigen sich die relativ extrem leichten vornehmlich im Mittel-land bei den Braunerdeböden. Sie enthalten 15—30 % Abschlämbbares, dagegen aber über 50—73 % Fein- und Grobsand. Wir finden sie bei Laufenburg, Zurzach, Andelfingen und in Ramsen. Deutlich lassen die Ergebnisse am Ton- und Feinsandgehalt die Degradierung des Diluviallösses der Schweiz erkennen. Am meisten fortgeschritten ist diese Degradierung bei den lösslehmähnlichen Böden von Kaiser-Augst mit einem Gehalt an Abschlämbbarem von rund 28, an Staubsand von rund 46 %. Die Lösslehm Böden von Möhlin, die weniger degradiert sind, enthalten dagegen an Abschlämbbarem 25—27, an Staubsand aber mehr als 52—57 %. Die Lösslehme des Ruckfeldes bei Tegerfelden nehmen eine Mittelstellung ein und besitzen 27—29 % Abschlämbbares, dagegen aber 30—40 % Feinsand und Grobsand. Lössboden ist der Bodentypus der semiariden Gebiete mit durchschnittlichen jährlichen Niederschlägen von 200—400 mm und infolge mangelhafter Hydrolyse geringer chemischer Verwitterung des Gesteinsmaterials. Aluminiumhydroxyd und Kieselsäure können sich hier nicht bilden, und somit fehlt der Ton. Wird das Klima mit der Zeit feuchter, wie es vermutlich in Europa seit den Interglazialzeiten der Fall gewesen ist, so setzt die chemische Verwitterung ein, es entstehen Aluminiumhydroxyd und Kieselsäure. Diese fallen sich gegenseitig aus, und es entsteht Ton. Der Löss degradiert unter diesen Verhältnissen allmählich zum *Lösslehm*. Je grösser der Tongehalt des Lösses, bzw. des Lösslehmes ist, desto weiter ist die Degradierung fortgeschritten.

Die Klassifikation der Böden kann noch anschaulicher durch Eintragung der Schlämmanalysenergebnisse in das zu diesem Zwecke von *D i s e r e n s* und *W i e g n e r* konstruierte Dreieck gestaltet werden. Wir verweisen daher noch auf die entsprechenden graphischen Darstellungen S. 44, 45 und 51.

TAFEL III

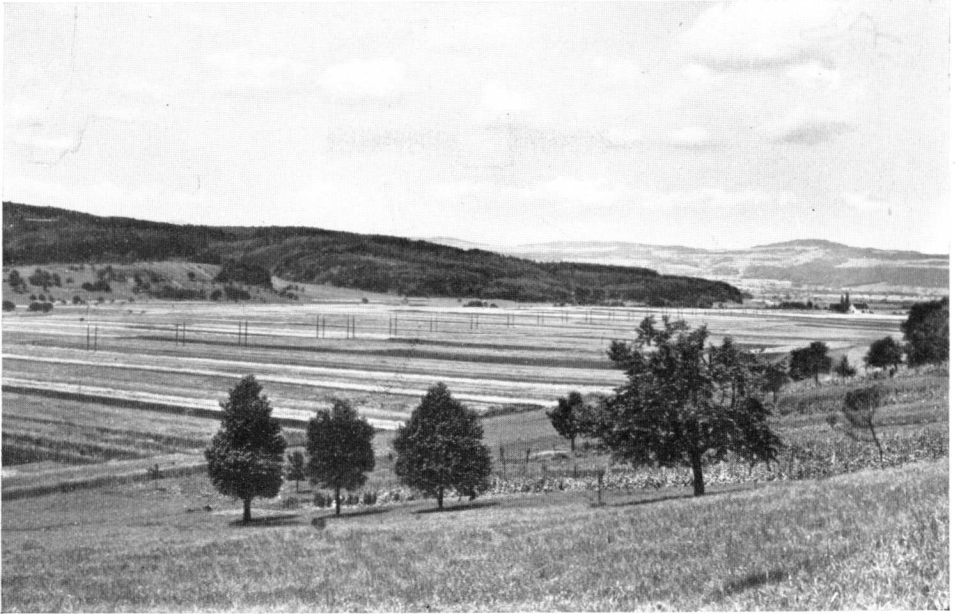


Bild 4. Zelgen im Gemeindebann Windlach (Kt. Zürich)
Weizenzelg (Fortsetzung von Bild 3) Phot. Dr. A. Grisch

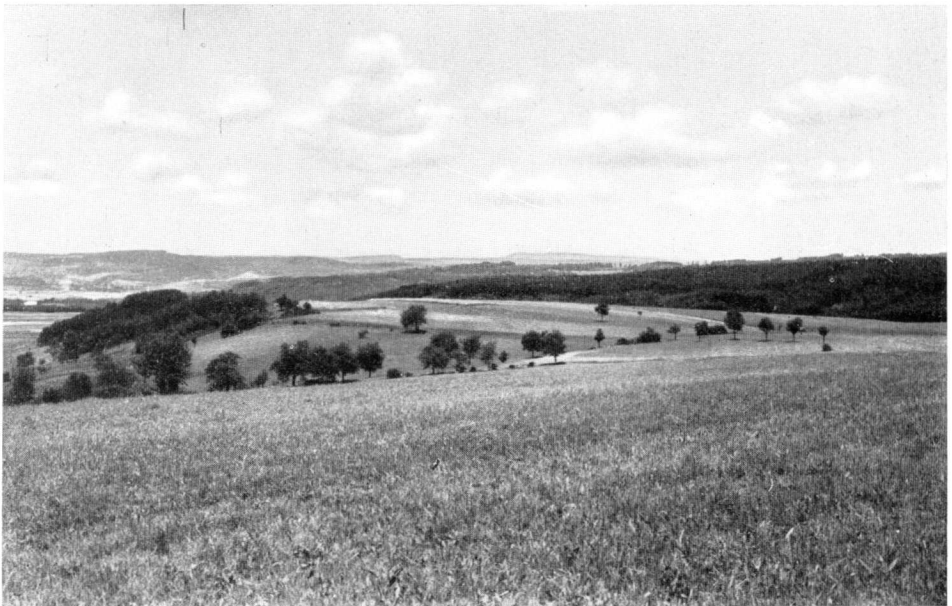


Bild 5. Dauerwiesenareal im Gemeindebann Windlach (Kt. Zürich)
Phot. Dr. A. Grisch

II. Spezieller Teil

1. Allgemeines

Im ersten Teil dieser Arbeit haben wir uns mit den Umweltfaktoren der Vegetation des schweizerischen Dreifeldergebietes befasst, um uns nun im zweiten Teil den Beziehungen dieser Faktoren zur Ackerunkrautflora, bzw. zu deren Verbreitung, Vorkommen und Wachstum zuzuwenden. Es erscheint aber zweckmässig, zu Anfang noch kurz auf die untersuchten Einzelgebiete, die benutzten Untersuchungsmethoden, sowie allgemein auf die Verbreitung und das Vorkommen der Ackerunkräuter der Dreifelderwirtschaft einzutreten.

a) UMSCHREIBUNG DES UNTERSUCHTEN GEBIETES

Wie wir schon erwähnt haben, stellten wir uns zur Aufgabe, die Vegetationsbedingungen der Ackerunkrautflora der schweizerischen Dreifelderwirtschaft etwas näher kennen zu lernen. Unsere diesbezüglichen Untersuchungen erstrecken sich vornehmlich auf die Nord- und Nordostschweiz, in welchen Gebieten heute die verbesserte Dreifelderwirtschaft am ausgeprägtesten vorgefunden wird, und wo ihr Gepräge oft noch rein bewahrt geblieben ist. Wir haben zur Lösung der uns gestellten Fragen in der Umgebung folgender Oertlichkeiten Untersuchungen durchgeführt:

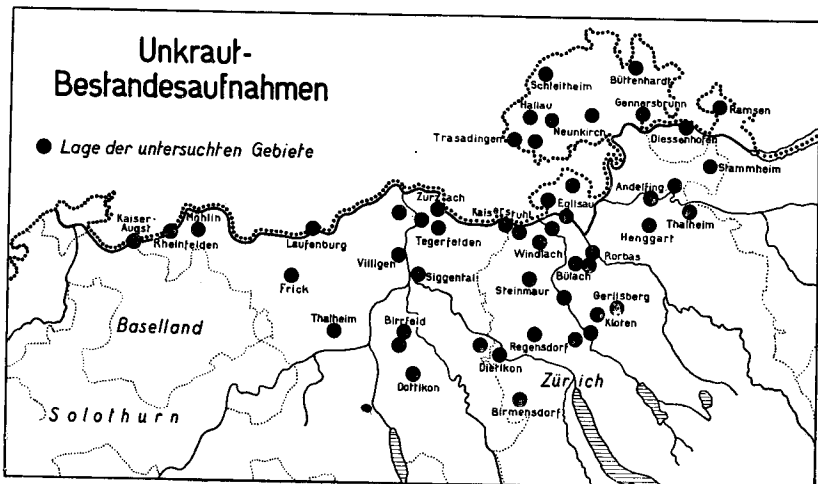
aa) *Kanton Schaffhausen*. Im Bibertal, einer Moränenlandschaft der vierten Eiszeit, arbeiteten wir vornehmlich in der Gegend von Ramsen (siehe Tafel V, Bild 8). Ramsen besitzt noch typische Dreifelderwirtschaft; weiter, südöstlich von Schaffhausen um Genersbrunn; auf dem Reyat um Büthenhardt und Lohn; dann aber besonders im Klettgau um Hallau, Trasadingen, Wilchingen, Neunkirch und Beringen (siehe Tafel I, Bild 1); weiter im westlichen Randen bei Schleithelm. In unser Untersuchungsgebiet bezogen wir auch noch benachbarte Gebiete des Kantons Thurgau ein, so die Ebene links des Rheines zwischen Diessenhofen und dem ehemaligen Kloster Paradies.

bb) *Kanton Zürich*. Hier finden wir, wie bereits erwähnt, Dreifelderwirtschaft noch im nördlichen Kantonsteil, und daher er-

strecken sich unsere Untersuchungen auch nur auf diese Gebiete, wie bei Stammheim-Waltalingen; im Thurtal bei Thalheim, Ossingen, Andelfingen-Henggart (siehe Tafel IV, Bild 6); im Glattal bei Oerlikon-Seebach, Glattbrugg, Oberglatt, Kloten-Gerlisberg, Bülach-Eschenmoosen, Glattfelden, in Stadel-Windlach-Weiach; im Wehntal bei Niederhasli, Dielsdorf, Nieder- und Obersteinmaur (siehe Tafel IV, Bild 7); im Furttal bei Katzenrüli, Regensdorf, Adlikon; im Rafzerfeld bei Eglisau, Hüntwangen, Wil, Rafz; im Limmattal bei Dietikon-Spreitenbach; im Repischtal bei Birmensdorf, Urdorf.

cc) *Kanton Aargau*. Unser Untersuchungsgebiet umfasst nur Oertlichkeiten des nördlichen und nordöstlichen Kantons, im Limmattal Spreitenbach, Siggenthal; im Reusstal Birr-Lupfig-Birrhard, Brunegg-Othmarsingen, Dottikon; im Aaretal Thalheim, Lauffohr-Rein-Stilli-Villigen, Würenlingen-Tegerfelden (siehe Tafel VI, Bild 9), Döttingen-Leuggern; im Fricktal Frick; im Rheintal Kaiserstuhl, Zurzach (siehe Tafel VI, Bild 10), Laufenburg, Möhlin - Ryburg - Rheinfelden-Kaiser-Augst.

Zur besseren Orientierung über die Lage der untersuchten Gebiete der Dreifelderwirtschaft lassen wir hier nachstehend eine Kartenskizze folgen:



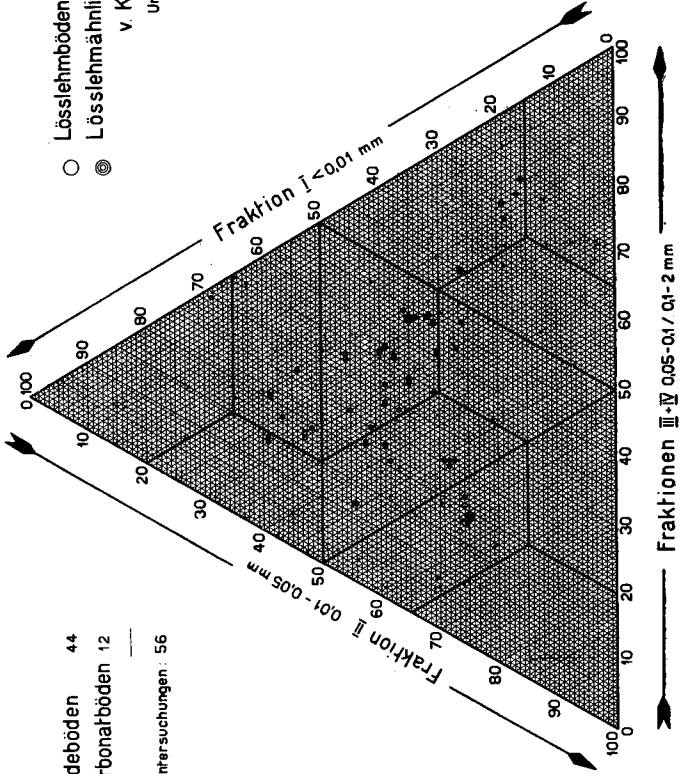
Bodenklassifikation nach Diserens - Wiegner

Bodenarten und ihre Verbreitung im untersuchten Gebiet der Dreifelderwirtschaft des schweizerischen Tafeljuras.

- Braunerdeböden 44
- Humuscarbonatböden 12

Untersuchungen : 56

- Lösslehm Böden v. Möhlin 11
 - ⊙ Lösslehmähnliche Böden v. Kaiser-Augst 4
- Untersuchungen : 15



b) DIE UNTERSUCHUNGSVERFAHREN

Die Lösung der uns gestellten Aufgaben haben wir mittelst folgender Untersuchungsverfahren durchzuführen versucht. Die diesbezüglich notwendigen Untersuchungen erstrecken sich auf zwei verschiedene Untersuchungsobjekte. Dementsprechend können auch zwei Hauptgruppen von Untersuchungsmethoden unterschieden werden. Einmal verlangt die Lösung der uns gestellten Fragen die genaue Kenntnis der im schweizerischen Dreifeldergebiet vorkommenden Ackerunkräuter nach Familie, Gattung und Art, über die Häufigkeit ihres Auftretens, über ihre Verbreitung und über ihre Abhängigkeit von Fruchtfolge und Kulturpflanzen. Diese Fragen können nur mit Hilfe der im Felde an Ort und Stelle durchgeführten *botanischen Unkrautbestandesaufnahme* gelöst werden. Auf die diesbezüglich verwendete Methode werden wir im folgenden Abschnitt im Zusammenhang mit der allgemeinen Verbreitung und dem Vorkommen der Ackerunkräuter näher eintreten.

In zweiter Linie verlangt die Lösung der Aufgabe neben der Kenntnis der im ersten Teil dargestellten Umweltfaktoren genauere Kenntnis der Verhältnisse und Eigenschaften der jeweiligen Standorte, bzw. des Bodens der einzelnen Unkrautarten, Unkrautbestände und -gesellschaften, worüber uns nur die entsprechende Bodenuntersuchung mittelst geeigneter Untersuchungsmethoden Aufschluss geben kann. Vorerst müssen wir uns aber darüber Rechenschaft geben, von welchen natürlichen Bodeneigenschaften das Vorkommen, das Wachstum und die Verbreitung der einzelnen Unkrautarten vornehmlich bedingt werden, um dann erst die diesbezüglich geeignete Untersuchungsmethode wählen zu können. Es kann sich hier bei der Frage der Beziehungen der natürlichen Ackerunkrautflora zu den Bodeneigenschaften nur um nicht durch die Kultur des Menschen stark beeinflussbare Eigenschaften (also nicht um den Nährstoffgehalt) des Standortes handeln. Als solche sind in erster Linie anzusehen:

1. die physikalische Zerteilung des Bodens,
2. die Reaktion (Wasserstoffionenkonzentration) des Bodens,
3. der Kalkgehalt (CaCO_3 -Werte) des Bodens.

In diesen drei Richtungen haben wir auch unsere Bodenuntersuchungen durchgeführt. Die verwendeten Untersuchungsmethoden werden hier anschliessend kurz angeführt.

aa) *Die Bodenprobenentnahme.* Jede Bodenuntersuchung im Laboratorium, sei sie chemischer, physikalischer oder bakteriologischer Natur, erfordert eine sorgfältig durchgeführte Probeentnahme, die möglichst grosse Gewähr für geringe Aenderung des natürlichen Zustandes des gewachsenen Bodens und der im Laboratorium zu untersuchenden Bodenprobe bietet, sollen die erhaltenen Ergebnisse auch auf den Boden des Feldes unverändert übertragen werden können. Daneben will der Wissenschaftler und auch der praktische Landwirt gewöhnlich nicht nur die Verhältnisse und Eigenschaften des Bodens einer eng umgrenzten Stelle, sondern einer mehr oder weniger ausgedehnten Fläche kennen. Dies erfordert die Untersuchung einer möglichst grossen Anzahl von Bodenproben der zu untersuchenden Fläche, was unter Umständen mit bedeutender Zeitaufwendung und grösseren Kosten verbunden ist. Um den Fehler möglichst gering zu halten, darf zur Untersuchung nur eine gute Durchschnittsprobe verwendet werden. Bei der Probeentnahme im Felde muss darauf immer streng geachtet werden, und es sind daher auf dem Felde an möglichst vielen Stellen kleine Teilproben zu ziehen, die gemischt im Laboratorium zu untersuchen sind.

Geleitet von diesen Voraussetzungen haben wir von jedem Getreidefeld mit zu analysierendem Unkrautbestand, nach durchgeführter botanischer Unkrautbestandesaufnahme, eine aus möglichst vielen, mindestens 10 Teilproben bestehende Boden-Mischprobe zur Laboratoriumsuntersuchung entnommen. Die Entnahme erfolgte im steinigen Boden mittelst eines 25 cm langen Spatens, im mehr oder weniger steinfreien Boden mittelst eines gleichlangen Pflanzenstechers, wie ihn der Botaniker zum Ausstechen von Pflanzenexemplaren verwendet. Die Verwendung des Pflanzenstechers, wo diese möglich war, erlaubte uns in der gleichen Zeit eine bedeutend grössere Anzahl von Teilproben zu entnehmen, und die Mischprobe lieferte uns in diesem Falle eine bessere Durchschnittsprobe des zu untersuchenden Getreidefeldes. Die Bodenproben wurden jeweils bei einer Pflugfurchentiefe von maximal 25 cm der Ackerkrume bis zu dieser Tiefe entnommen.

Zusammenhängende Getreidefelder von, makroskopisch beurteilt, gleicher Bodenart, gleicher Bodengestaltung, mit mehr oder weniger gleichem Unkrautbestand und von gleicher Kulturart wurden von uns als Einheit betrachtet und in der Folge von der ganzen

Fläche nur eine Mischprobe, die aber entsprechend der Ausdehnung des ganzen Getreidekomplexes aus zahlreichen Einzelproben bestand, zur Untersuchung verwendet.

bb) *Die Bodenprobenuntersuchung.* Die in oben erwähnter Art und Weise entnommenen Bodenproben (ca. 2 kg) wurden in lufttrockenem Zustande im Laboratorium der Eidgenössischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon folgenden Untersuchungen unterzogen:

1. *Der Bestimmung der physikalischen Zerteilung.* Wir haben unsere Analysen mittels der *Spülmethode* von K o p e c k y ausgeführt.
2. *Der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration.* Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration, oder der pH-Werte (Reaktionszahl) erfolgte durch *elektrometrische Reaktionsmessung* nach dem Biilmann'schen Chinhydronverfahren mit der Veibel'schen Ableitungselektrode.
3. *Der Bestimmung des Kalziumkarbonatgehaltes.* Der Kalziumkarbonatgehalt wurde mit Hilfe der Methode von Scheibler festgestellt.

cc) *Die Bestimmung des Unkrautsamengehaltes des Ackerbodens.* Neben der Kenntnis der natürlichen Bodeneigenschaften interessierte uns auch der Unkrautsamengehalt und die Keimfähigkeit der Samen des Ackerbodens, da die Verbreitung und das Wachstum der Ackerunkräuter in nicht geringem Masse auch vom Samengehalt des Bodens bedingt werden.

Auf die diesbezüglichen Untersuchungsmethoden einzelner Autoren, sowie auf die von uns hier angewendete Methode werden wir später, im Zusammenhang mit der Auswertung der Untersuchungsergebnisse noch näher eintreten.

dd) *Erhebungen über Fruchtfolge, Düngung und Bodenbearbeitung der verbesserten Dreifelderwirtschaft.* L e h m a n n ⁽¹⁴⁹⁾ schrieb im Jahre 1877:

«Die Praxis mit ihren unzähligen Fühlfäden für das Richtige, ihrem vielfachen empirischen Erproben findet ja schon die dem Landwirt vorteilhaften Massnahmen, ehe dieser eine klare Erkenntnis des Warum, des ursprünglichen Zusammenhangs seiner Handlungen mit den erreichten Resultaten gewonnen hat. Oft blieb und bleibt auch noch der Wissenschaft nichts weiter übrig, als die Naturgesetze, welche hierbei wirken, klarzulegen und so die Rolle des Beraters mit der bescheideneren des Erklärers zu vertauschen. Das Studium der Praxis ist daher stets anzuempfehlen und heisst

auch nichts anderes, als sich die Erfahrungen vieler Landwirte zunutze zu machen und dadurch Fehler zu vermeiden, in die der Nichtorientierte leicht verfallen würde.»

Von diesen Tatsachen haben auch wir uns leiten lassen, als wir im Frühjahr 1932 zur Erforschung der wirtschaftlichen und technischen Massnahmen der Bearbeitung, Düngung, Bepflanzung und Unkrautbekämpfung des Ackerlandes der diesbezüglichen Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz in der Praxis eine Umfrage unter den uns bekannten praktischen Landwirten dieser Gebiete durchführten. Von den in die Kantone Schaffhausen, Zürich und Aargau versandten rund 150 Fragebogen liefen 107 von den Landwirten beantwortet ein. Die Fragebogen haben ein reiches Material an praktischer Erfahrung und Beobachtung zusammengetragen, und wir können uns an Hand dieser über die Kenntnisse und die Verhältnisse der Praxis in der Ackerunkrautfrage und der Bekämpfung weitgehend orientieren, wenn sich uns hier auch oft sich widersprechende Beobachtungen und Erfahrungen zeigen. Die Fragebogen selbst enthielten folgende Fragen:

1. Welche Fruchtfolge ist in Ihrer Gegend üblich?
2. Wie werden in Ihrer Gegend die Felder im allgemeinen gedüngt?
3. Wie werden die Felder in Ihrer Gegend bearbeitet?
4. Wann wird in Ihrer Gegend gesät?
5. Haben Sie Beobachtungen gemacht, dass in bestimmten Feldfrüchten einzelne Unkräuter besonders stark auftreten, und welches sind mit Volksnamen genannt die hauptsächlichsten Unkräuter der verschiedenen Feldfrüchte?
6. Haben Sie Beobachtungen gemacht, dass bestimmte Unkräuter bei bestimmter Witterung und in bestimmten Böden besonders üppig gedeihen, und welches sind diese Unkräuter und diese Witterungs- und Bodenverhältnisse?
7. Keimt auf der Schälffurche viel Unkraut, und welche Arten sind es?
8. Haben Sie Beobachtungen gemacht, dass bestimmte Unkräuter durch den Stallmist oder durch das Saatgut verbreitet werden?
9. Haben Sie die Beobachtung gemacht, dass bestimmte Arten der Bodenbearbeitung das Auftreten bestimmter Unkräuter fördert?
10. Haben Sie noch weitere Beobachtungen in bezug auf Bodenbearbeitung, Düngung, Fruchtfolge und Unkräuter gemacht?

Für die Beantwortung dieser gestellten Fragen sei auch an dieser Stelle den Landwirten bestens gedankt.

c) ALLGEMEINE VERBREITUNG UND VORKOMMEN DER ACKERUNKRÄUTER IM UNTERSUCHTEN GEBIET

Als weiteres Untersuchungsobjekt, das uns über Verbreitung und Vorkommen der Unkräuter orientiert, interessiert uns, wie bereits erwähnt, der *Ackerunkrautbestand* und dessen qualitative und quantitative Zusammensetzung. Und als einzige Untersuchungsmethode kennen wir hier die *statistisch botanische Bestandesaufnahme* im Feld.

Ueber die qualitative Zusammensetzung eines Pflanzenbestandes gibt uns allein die *qualitative Analyse* Aufschluss, d. h. die Feststellung der eine Siedlung, einen Pflanzenbestand oder eine Pflanzengesellschaft zusammensetzenden «Elemente» oder *Arien*. Sichere Artkenntnisse sind daher das erste und unumgängliche Erfordernis zur Ausführung der qualitativen Analyse eines Pflanzenbestandes. Und die Artenliste ist zur Charakterisierung eines Pflanzenbestandes oder einer Assoziation von grösster Bedeutung.

Die ersten *quantitativen* Bestandesuntersuchungen entsprangen praktischen Bedürfnissen und dienten landwirtschaftlichen Zwecken. Die quantitative Bestandesanalyse kann nach zwei grundsätzlich verschiedenen Methoden durchgeführt werden:

1. nach der exakten Methode,
2. nach der Schätzungsmethode.

Die sogenannte *exakte Methode* beruht auf der mehr oder weniger genauen Untersuchung kleiner, zweckmässig ausgewählter Vegetationsflächen. Man nennt sie auch «Stichprobenmethode».

Die *Schätzungsmethode* oder Gesamtschätzung analysiert jeden Lokalbestand einer Gesellschaft seinem ganzen Umfange nach (so weit dies praktisch möglich ist). Selbstverständlich kann es sich hier nur um eine relative Schätzung des Mengenverhältnisses handeln. Die Schätzungsmethode, wie sie sich im Laufe der letzten Jahrzehnte entwickelt hat, besitzt neben der allgemeinen Anwendbarkeit den Vorteil der geringen Zeitaufwendung. Heute wird allgemein von den Pflanzensoziologen nach der Schätzungsmethode gearbeitet.

Die quantitative Analyse eines Pflanzenbestandes gibt uns in bezug auf das Mengen- und Verteilungsverhältnis der Arten in drei Richtungen Aufschluss:

1. über die Häufigkeit (Individuenzahl) jeder Art einer Pflanzengesellschaft über die *Abundanz*;
2. über das Verhältnis des von jeder Art zu dem der Pflanzengesellschaft eingenommenen Raumes, über die Frage der Raumverdrängung jeder Art, d. h. über den *Deckungsgrad* oder die *Dominanz* einer Art;
3. über die Verteilungsart einer Art innerhalb der Gesellschaft, d. h. die *Frequenz*.

Die Bestandesaufnahme der Ackerunkrautflora der verbesserten Dreifelderwirtschaft versuchten wir anfangs nach der Zählmethode durchzuführen. Sie erwies sich aber als praktisch ungeeignet, und der Genauigkeitsgrad der Ergebnisse schien in keinem Verhältnis zum Zeitaufwand zu stehen. Ausserdem konnten damit nur relativ kleine Probestellen ($\frac{1}{2}$, 1, 2 m²) eines Getreidefeldes oder eines Einzelbestandes bearbeitet werden, und die erhaltenen Ergebnisse einer Kleinfläche lieferten auch bei zahlreichen Aufnahmen von Kleinflächen mehr oder weniger Zufallsresultate. Die Korrektur der Ergebnisse erforderte auch bei Anwendung der Zählmethode jeweils die Aufnahme des Unkrautbestandes des ganzen Getreidefeldes nach der *Schätzungsmethode*, und wir gingen deshalb über zu letzterer.

Die Schätzung der *Abundanz* und der *Dominanz* erfolgte bei uns nach der Kombinationsmethode von Braun-Blanquet⁽¹³⁾. Wir verwendeten zur Schätzung eine fünfteilige Skala, wie sie Volkart⁽²⁵¹⁾ zur Aufnahme der Ackerunkrautflora im Gebirge benutzte. Es bedeuten dabei:

- 1 = ganz vereinzelt,
- 2 = zerstreut,
- 3 = durch das ganze Feld in einzelnen Pflanzen,
- 4 = überall zahlreich,
- 5 = alles überwuchernd.

Wie bei der fünfteiligen Skala der Gesamtschätzung Braun-Blanquet's beziehen sich auch hier die niedrigen Zahlenwerte etwas mehr auf die Häufigkeit, die *Abundanz*, die höheren dagegen aber besonders auf die Stärke der Entwicklung der Einzelarten, auf den Deckungsgrad, die *Dominanz*, und wir betrachten diese Zahlenwerte mit Volkart⁽²⁵¹⁾ als Ausdruck der *Dominanz*.

Die Verbreitung der einzelnen Arten bei uns innerhalb des gesamten untersuchten Gebietes entspricht der Braun'schen ⁽¹³⁾ *Frequenz* der Arten. In gleichem Sinne wertete auch Volkart ⁽²⁵¹⁾ seine Ergebnisse aus.

Ueber die eben behandelten Verhältnisse der Unkrautarten unseres Gebietes gibt uns die folgende Zusammenstellung Aufschluss, der wir gleichzeitig die entsprechenden Ergebnisse Volkart's aus «Untersuchungen über den Ackerbau und die Ackerunkräuter im Gebirge» anfügen.

Ackerunkrautarten des untersuchten Dreifeldergebietes der Schweiz

Name der Art ¹⁾ :	Fre- quenz	Fre- quenz- zahl	Mitt- lerer Domi- nanz- wert	Nach Volkart in Getreide: Fre- quenz- zahl	Mittl. Domi- nanz- wert
Gesamtzahl der Aufnahmen	272	100,0			
I. PTERIDOPHYTA					
1. Equisetaceae					
1. Equisetum arvense L.	120	44,1	2,1	43,0	2,5
II. SIPHONOGAMAE					
ANGIOSPERMAE					
a) Monocotyledones					
2. Gramineae					
2. Setaria glauca (L.) Pal.	17	6,2	1,4	2,3	3,8
3. Setaria viridis (L.) Pal.	2	0,7	1,3	10,0	1,7
4. Phleum paniculatum Hudson	1	0,3	1,5	—	—
5. Phleum pratense L.	6	2,2	1,4	—	—
6. Alopecurus agrestis L.	101	37,1	2,6	—	—
7. Agrostis Spica venti L.	150	55,1	3,8	14,0	2,4
8. Agrostis alba L.	102	37,5	1,9	5,4	1,3
9. Agrostis capillaris L.	1	0,3	2,0	1,0	1,5
10. Holcus lanatus L.	5	1,8	1,3	1,3	1,0
11. Holcus mollis L.	9	3,3	1,7	5,9	2,3
12. Avena elatior L. *)	7	2,5	1,4	—	—
13. Phragmites communis Trin.	1	0,3	1,0	—	—
14. Dactylis glomerata L.	4	1,4	1,4	3,6	1,0
15. Poa annua L.	4	1,4	1,5	3,6	1,9
16. Poa trivialis L.	213	78,3	2,7	8,7	1,4
17. Poa pratensis L.	19	7,0	1,4	8,2	1,2
18. Festuca rubra L.	1	0,3	1,5	0,9	1,5
19. Bromus sterilis L.	1	0,3	1,5	—	—
20. Bromus secalinus L.	1	0,3	1,5	3,2	1,8
21. Bromus hordeaceus L.	5	1,8	1,4	1,8	1,2
22. Lolium perenne L.	2	0,7	1,3	0,5	1,0
23. Lolium italicum A. Br.	2	0,7	2,0	0,5	4,0
24. Agropyron repens (L.) Pal.	49	18,0	2,0	7,3	1,3
3. Juncaceae					
25. Juncus bufonius L.	15	5,5	1,5	—	—
4. Liliaceae					
26. Gagea pratensis (Pers.) Dumort.	2	0,7	1,0	—	—
27. Allium sativum L.	6	2,2	1,3	—	—
28. Ornithogalum umbellatum L.	12	4,4	1,2	—	—
29. Muscari racemosum (L.) Lam. u. DC.	1	0,3	1,0	—	—

¹⁾ Nomenklatur, Reihenfolge der Familien und Spezies nach «Flora der Schweiz» von Schinz und Keller, IV. Auflage, 1923.

*) vorwiegend: var. tuberosa Aschers.

Name der Art:	Fre- quenz	Fre- quenz- zahl	Mitt- lerer Domi- nanz- wert	Nach Volkart in Getreide: Fre- quenz- zahl	Mittl. Domi- nanzw.
b) Dicotyledones					
5. Polygonaceae					
30. Rumex obtusifolius L.	76	28,0	1,4	7,7	1,1
31. Rumex Acetosella L.	15	5,9	1,5	13,7	1,4
32. Rumex Acetosa L.	7	2,6	1,2	1,3	1,0
33. Polygonum aviculare L.	212	78,0	2,2	52,0	1,5
34. Polygonum amphibium L.	4	1,4	1,9	—	—
35. Polygonum Persicaria L.	53	19,5	2,0	33,0	1,4
36. Polygonum lapathifolium L. em. Koch	10	3,7	2,1	4,1	1,1
37. Polygonum minus Hudson	4	1,4	1,5	—	—
38. Polygonum mite Schrank	87	32,0	1,9	10,0	1,4
39. Polygonum Hydropiper L.	26	9,5	2,9	—	—
40. Polygonum Convolvulus L.	208	76,5	2,2	59,0	1,7
6. Chenopodiaceae					
41. Chenopodium polyspermum L.	53	19,5	1,7	2,3	1,1
42. Chenopodium glaucum L.	1	0,3	1,5	—	—
43. Chenopodium album L.	168	61,8	2,1	57,0	1,8
44. Atriplex patulum L.	55	20,2	1,7	3,2	1,0
7. Caryophyllaceae					
45. Agrostemma Githago L.	28	10,3	1,7	42,0	2,2
46. Silene vulgaris (Mönch) Garcke	1	0,3	2,0	10,5	1,4
47. Melandrium album (Miller) Garcke . .	24	8,8	1,6	—	—
48. Gypsophila muralis L.	2	0,7	1,3	0,5	2,0
49. Vaccaria pyramidata Medikus	1	0,3	1,0	—	—
50. Stellaria media (L.) Vill.	121	44,5	1,8	30,0	1,8
51. Stellaria graminea L.	20	7,3	1,9	3,2	1,1
52. Cerastium glomeratum Thuill.	93	34,2	1,8	0,9	2,0
53. Cerastium caespitosum Gilib.	54	19,8	1,6	5,4	1,0
54. Cerastium arvense L.	1	0,3	1,0	0,5	1,0
55. Sagina procumbens L.	54	19,8	1,8	0,5	1,0
56. Arenaria serpyllifolia L.	76	27,9	1,6	30,0	1,9
57. Spergula arvensis L.	3	1,1	1,2	14,0	2,3
58. Scleranthus annuus L.	11	4,0	1,6	0,9	1,0
8. Ranunculaceae					
59. Delphinium Consolida L.	2	0,7	1,3	—	—
60. Ranunculus Ficaria L.	1	0,3	3,5	—	—
61. Ranunculus arvensis L.	96	35,3	2,3	—	—
62. Ranunculus bulbosus L.	2	0,7	1,3	—	—
63. Ranunculus repens L.	214	78,5	2,7	9,1	1,4
9. Papaveraceae					
64. Papaver Argemone L.	1	0,3	1,0	—	—
65. Papaver Rhoas L.	168	62,0	2,6	0,9	1,0
66. Papaver dubium L.	7	2,5	1,1	—	—
67. Fumaria officinalis L.	19	7,0	1,8	4,5	1,0

Name der Art:	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Mitt- lerer Domi- nanz- wert	Nach Volkart in Getreide: Fre- quenz- zahl	Mittl. Domi- nanz- wert
10. Cruciferae					
68. <i>Thlaspi arvense</i> L.	40	14,7	1,7	18,0	1,5
69. <i>Thlaspi perfoliatum</i> L.	3	1,1	1,0	—	—
70. <i>Sinapis arvensis</i> L.	51	18,7	1,9	4,0	1,3
71. <i>Raphanus Raphanistrum</i> L.	39	14,3	1,9	19,0	2,6
72. <i>Capsella Bursa pastoris</i> (L.) Medikus	82	30,1	1,8	39,0	1,3
73. <i>Erophila verna</i> (L.) E. Meyer	23	8,4	1,5	—	—
74. <i>Arabidopsis Thaliana</i> (L.) Heynh.	40	14,7	1,7	1,8	1,7
75. <i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	1	0,3	1,0	—	—
11. Saxifragaceae					
76. <i>Saxifraga tridactylites</i> L.	2	0,7	1,0	—	—
12. Rosaceae					
77. <i>Potentilla reptans</i> L.	8	2,9	1,6	2,3	1,2
78. <i>Potentilla anserina</i> L.	5	1,8	1,8	1,5	1,3
79. <i>Alchemilla arvensis</i> (L.) Scop.	128	47,0	2,3	—	—
80. <i>Sanguisorba minor</i> Scop.	1	0,3	1,0	—	—
13. Leguminosae					
81. <i>Ononis repens</i> L.	5	1,8	1,7	0,5	1,0
82. <i>Medicago sativa</i> L.	11	4,0	2,1	—	—
83. <i>Medicago lupulina</i> L.	27	9,9	1,5	22,0	2,4
84. <i>Melilotus officinalis</i> (L.) Lam.	2	0,7	1,5	—	—
85. <i>Trifolium pratense</i> L.	85	31,2	2,1	27,0	1,3
86. <i>Trifolium arvense</i> L.	3	1,1	1,7	4,1	1,5
87. <i>Trifolium repens</i> L.	163	59,9	1,9	42,0	1,1
88. <i>Trifolium hybridum</i> L.	3	1,1	1,5	—	—
89. <i>Trifolium dubium</i> Sibth.	4	1,4	1,0	—	—
90. <i>Lotus uliginosus</i> Schkuhr	1	0,3	1,5	—	—
91. <i>Lotus corniculatus</i> L.	7	2,5	1,1	5,9	1,0
92. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	148	54,4	2,9	17,0	1,8
93. <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Mönch	72	26,4	1,9	0,9	1,5
94. <i>Vicia villosa</i> Roth	8	2,9	1,4	—	—
95. <i>Vicia Cracca</i> L.	1	0,3	1,0	60,0	2,0
96. <i>Vicia pannonica</i> Crantz*)	3	1,1	1,0	—	—
97. <i>Vicia sepium</i> L.	7	2,5	1,7	9,1	1,1
98. <i>Vicia sativa</i> L.	117	43,0	1,9	2,7	1,5
99. <i>Vicia angustifolia</i> L.	5	1,8	2,1	14,0	1,6
100. <i>Lathyrus tuberosus</i> L.	5	1,8	1,7	—	—
101. <i>Lathyrus pratensis</i> L.	2	0,7	1,5	5,0	1,0
14. Geraniaceae					
102. <i>Geranium dissectum</i> L.	28	10,3	1,3	—	—
15. Oxalidaceae					
103. <i>Oxalis stricta</i> L.	3	1,1	1,2	—	—

*) betrifft: var. *purpurascens* (DC.) Ser.

Name der Art:	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Mitt- lerer Domi- wert	Nach Volkart in Getreide: Fre- quenz- zahl	Mittl. Domi- nanz- zahl
16. Euphorbiaceae					
104. <i>Mercurialis annua</i> L.	3	1,1	1,7	—	—
105. <i>Euphorbia platyphyllos</i> L.	10	3,7	1,3	—	—
106. <i>Euphorbia verrucosa</i> L. em. Jacq.	1	0,3	1,0	—	—
107. <i>Euphorbia Helioscopia</i> L.	39	14,3	1,4	22,0	1,2
108. <i>Euphorbia exigua</i> L.	101	37,1	1,9	—	—
109. <i>Euphorbia Peplus</i> L.	8	2,9	1,6	2,3	1,4
17. Malvaceae					
110. <i>Malva neglecta</i> Wallr.	1	0,3	1,0	0,5	1,0
18. Hypericaceae					
111. <i>Hypericum humifusum</i> L.	8	2,9	1,3	—	—
112. <i>Hypericum perforatum</i> L.	2	0,7	1,8	—	—
19. Violaceae					
113. <i>Viola tricolor</i> L.	201	73,9	1,9	72,0	2,1
20. Lythraceae					
114. <i>Lythrum Salicaria</i> L.	1	0,3	2,0	—	—
21. Oenotheraceae					
115. <i>Epilobium angustifolium</i> L.	2	0,7	1,3	0,5	1,0
22. Umbelliferae					
116. <i>Chaerophyllum silvestre</i> (L.) Sch. u. Th.	1	0,3	0,3	—	—
117. <i>Scandix Pecten Veneris</i> L.	10	3,7	1,4	—	—
118. <i>Caucalis daucoides</i> L.	1	0,3	1,0	—	—
119. <i>Bifora radians</i> Marsch.-Bieb.	1	0,3	1,0	—	—
120. <i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	1	0,3	1,0	—	—
121. <i>Aegopodium Podagraria</i> L.	1	0,3	2,0	32,9	1,4
122. <i>Aethusa Cynapium</i> L.	23	8,4	2,1	6,8	1,1
123. <i>Pastinaca sativa</i> L.	3	1,1	1,3	0,5	1,0
124. <i>Heracleum Sphondylium</i> L.	8	2,9	1,6	14,6	1,1
125. <i>Daucus Carota</i> L.	26	9,5	1,7	1,3	1,1
23. Primulaceae					
120. <i>Lysimachia Nummularia</i> L.	3	1,1	1,2	—	—
127. <i>Anagallis arvensis</i> L. ssp. <i>phoenicea</i> (Scop.) Schinz u. Keller	146	53,7	2,0	} 6,8	1,1
128. <i>Anagallis arvensis</i> L. ssp. <i>coerulea</i> (Schreber) Schinz u. Keller	55	20,2	1,9		
129. <i>Centunculus minimus</i> L.	8	2,9	1,3	—	—
24. Gentianaceae					
130. <i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce	1	0,3	1,0	—	—
25. Convolvulaceae					
131. <i>Convolvulus sepium</i> L.	6	2,2	2,4	0,5	1,0
132. <i>Convolvulus arvensis</i> L.	187	68,7	2,8	52,0	3,2

Name der Art:	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Mitt- lerer Domi- nanz- wert	Nach Volkart in Getreide: Fre- quenz- zahl	Mittl. Domi- nanzw.
26. Boraginaceae					
133. <i>Symphytum officinale</i> L.	1	0,3	1,0	—	—
134. <i>Lycopsis arvensis</i> L.	2	0,7	1,3	1,3	1,2
135. <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	227	83,5	2,1	52,0	1,7
136. <i>Lithospermum arvense</i> L.	45	16,5	1,9	5,0	1,4
27. Verbenaceae					
137. <i>Verbena officinalis</i> L.	1	0,3	2,0	—	—
28. Labiatae					
138. <i>Ajuga reptans</i> L.	2	0,7	1,5	0,5	1,0
139. <i>Glechoma hederaceum</i> L.	9	3,3	1,4	0,9	1,0
140. <i>Prunella vulgaris</i> L.	47	17,3	1,8	0,9	1,0
141. <i>Galeopsis Tetrahit</i> L.	68	25,0	2,4	80,0	2,5
142. <i>Lamium amplexicaule</i> L.	5	1,8	1,4	5,4	1,6
143. <i>Lamium purpureum</i> L.	66	24,2	1,6	3,6	1,6
144. <i>Stachys annuus</i> L.	5	1,8	1,9	—	—
145. <i>Salvia pratensis</i> L.	2	0,7	1,8	—	—
146. <i>Mentha arvensis</i> L.	31	11,4	2,0	26,0	2,3
29. Solanaceae					
147. <i>Solanum nigrum</i> L. em. Miller	1	0,3	2,0	0,5	1,5
30. Scrophulariaceae					
148. <i>Linaria spuria</i> (L.) Miller	12	4,4	1,6	—	—
149. <i>Linaria Elatine</i> (L.) Miller	13	4,7	1,5	—	—
150. <i>Linaria minor</i> (L.) Desf.	14	5,1	1,6	0,9	1,0
151. <i>Veronica Beccabunga</i> L.	1	0,3	1,5	—	—
152. <i>Veronica Chamaedrys</i> L.	4	1,4	1,8	1,3	1,0
153. <i>Veronica serpyllifolia</i> L.	8	2,9	1,6	0,5	1,0
154. <i>Veronica arvensis</i> L.	118	43,4	1,9	19,0	1,7
155. <i>Veronica Tournefortii</i> Gmelin	148	54,4	1,8	5,4	1,0
156. <i>Veronica polita</i> Fries	12	4,4	1,5	1,8	1,0
157. <i>Veronica agrestis</i> L.	22	8,1	1,3	10,0	1,1
158. <i>Veronica hederifolia</i> L.	22	8,1	2,2	—	—
159. <i>Melampyrum arvense</i> L. sens. strict.	7	2,5	1,3	—	—
160. <i>Euphrasia Odontites</i> L. sens. strict.	18	6,6	1,5	23,0	2,7
161. <i>Rhinanthus Alectorolophus</i> (Scop.) Pollich sens. strict.	20	7,2	2,0	—	—
31. Plantaginaceae					
162. <i>Plantago media</i> L.	1	0,3	1,0	0,5	1,0
163. <i>Plantago major</i> L.	98	36,0	1,9	2,3	1,0
164. <i>Plantago intermedia</i> Gil.	10	3,7	1,7	—	—
165. <i>Plantago lanceolata</i> L.	26	9,5	1,5	9,6	1,0
32. Rubiaceae					
166. <i>Sherardia arvensis</i> L.	80	29,4	1,9	13,2	1,5
167. <i>Galium tricorne</i> Stokes	1	0,3	2,0	—	—

Name der Art:	Fre- quenz	Fre- quenz- zahl	Mitt- lerer Domi- nanz- wert	Nach Volkart in Getreide: Fre- quenz- zahl	Mittl. Domi- nanz- wert
168. Galium Aparine L.	187	68,7	2,2	8,7	1,7
169. Galium Vaillantii DC.	13	4,7	1,5	43,0	1,9
170. Galium Mollugo L.	24	8,8	1,7	—	—
33. Caprifoliaceae					
171. Sambucus Ebulus L.	3	1,1	1,5	—	—
34. Valerianaceae					
172. Valerianella olitoria (L.) Pollich	77	28,3	1,8	—	—
173. Valerianella rimosa Bastard	2	0,7	2,0	—	—
174. Valerianella dentata (L.) Pollich	25	9,2	1,6	2,3	1,3
35. Dipsacaceae					
175. Knautia arvensis (L.) Duby	20	7,3	1,3	11,9	1,2
36. Campanulaceae					
176. Campanula Rapunculus L.	2	0,7	1,5	—	—
177. Campanula patula L.	1	0,3	1,0	—	—
178. Campanula rapunculoides L.	4	1,4	1,4	2,7	1,0
179. Legousia Speculum Veneris (L.) Fi.	43	36,1	1,9	—	—
37. Compositae					
180. Bellis perennis L.	3	1,1	1,2	2,3	1,0
181. Gnaphalium uliginosum L.	15	5,5	1,8	5,9	1,1
182. Anthemis Cotula L.	1	0,3	1,0	—	—
183. Anthemis arvensis L.	2	0,7	1,5	8,7	1,3
184. Achillea Millefolium L.	58	21,3	1,8	32,0	1,2
185. Matricaria Chamomilla L.	73	26,8	1,8	—	—
186. Chrysanthemum Leucanthemum L.	37	13,6	1,5	5,0	1,2
187. Tussilago Farfara L.	5	1,8	2,3	1,8	1,3
188. Senecio vulgaris L.	63	23,1	1,7	1,8	1,2
189. Carduus nutans L. *)	1	0,3	1,0	—	—
190. Cirsium arvense (L.) Scop.	135	49,6	2,3	17,0	2,4
191. Centaurea Jacea L.	3	1,1	1,2	—	—
192. Centaurea Cyanus L.	49	18,0	2,1	0,9	1,0
193. Centaurea Scabiosa L.	11	4,0	1,5	4,1	1,0
194. Cichorium Intybus L.	10	3,7	1,2	—	—
195. Lapsana communis L.	32	11,7	1,7	18,0	1,6
196. Hypochoeris radicata L.	1	0,3	1,0	0,9	1,0
197. Leontodon autumnalis L.	2	0,7	1,0	0,5	1,0
198. Picris hieracioides L.	14	5,1	1,3	0,5	1,0
199. Tragopogon pratensis L.	4	1,4	1,1	—	—
200. Taraxacum officinale Weber	131	48,2	1,9	17,0	1,2
201. Sonchus oleraceus em. Gouan	13	4,8	1,5	6,4	1,5
202. Sonchus asper (L.) Hill	153	56,3	2,2	11,0	1,7
203. Sonchus arvensis L.	48	17,6	2,2	11,4	2,1
204. Crepis biennis L.	1	0,3	1,0	—	—
205. Crepis capillaris (L.) Wallr.	2	0,7	1,8	5,4	1,2

*) betrifft: ssp. platylepsis Sauter.

Zur besseren Orientierung gruppieren wir nachstehend die von uns im Dreifeldergebiet vorgefundenen Unkrautarten auf Grund:

1. der Frequenzverhältnisse und
2. der Dominanzverhältnisse

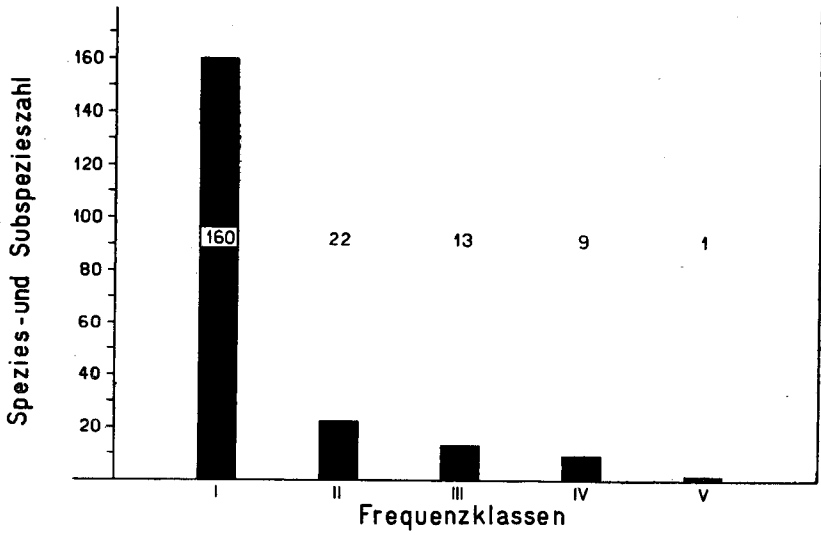
in Klassen und lassen vorerst eine *Zusammenstellung* der Anzahl der Arten der einzelnen entsprechenden Klassen und darauf die entsprechenden *Diagramme* folgen.

1. Frequenzverhältnisse und Frequenzdiagramm

	Frequenzklassen (Frequenzzahl = Verbreitungszahl in %):				
	I. 0-20 %	II. 20-40 %	III. 40-60 %	IV. 60-80 %	V. 80-100 %
Spezies- und Subspezieszahl:					
Absolut	160	22	13	9	1
%	78,20	10,70	6,30	4,30	0,50
Spezieszahl nach Volkart in Getreide im Gebirge:					
Absolut	183	11	10	1	—
%	89,30	5,40	4,80	0,50	—

Das Frequenzdiagramm gibt uns Aufschluss über die Homogenität des untersuchten Einzelbestandes. Diagramme mit relativ hoher Artenzahl in der höchsten und kleiner in den tiefsten Frequenzklassen entsprechen floristisch homogenen Kleinflächen. Frequenzdiagramme von umgekehrtem Bild weisen auf floristisch heterogene Vegetationsausschnitte hin. Wie uns das Frequenzdiagramm der untersuchten Unkrautsiedlungen zeigt, vereinigen sich diese zu einem heterogenen Einzelbestand. Wir haben ein Frequenzdiagramm mit relativ hoher Spezies- und Subspezieszahl in tiefsten und relativ kleiner in den höheren Frequenzklassen. Das gleiche Bild ergeben auch die Ergebnisse Volkart's. Wird jedes untersuchte Getreidefeld als Einzel-Vegetationsausschnitt angesehen, wie es die Frequenzbestimmung fordert, so ist dieses Frequenzdiagramm ohne weiteres zu erwarten; denn die Unkrautbestände der Einzelfelder weisen selbst innerhalb der Getreidefelder der kulturell und wirtschaftlich doch weitgehendst homogenen Dreifelderwirtschaft in ihrer floristischen Zusammensetzung bedeutende Unterschiede auf.

Frequenz - Diagramm
des Acker-Unkrautbestandes des untersuchten
Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz.



**Verteilung der Arten und Unterarten auf die einzelnen
Frequenzklassen**

Klasse I: 0—20 %

Setaria glauca	Sagina procumbens	Euphorbia Peplus
Setaria viridis	Spergula arvensis	Malva neglecta
Phleum paniculatum	Scleranthus annuus	Hypericum humifusum
Pbleum pratense	Delphinium Consolida	Hypericum perforatum
Agrostis capillaris	Ranunculus Ficaria	Lythrum Salicaria
Holcus lanatus	Ranunculus bulbosus	Epilobium angustifolium
Holcus mollis	Papaver Argemone	Chaerophyllum silvestre
Avena elatior	Papaver dubium	Scandix Pecten Veneris
Phragmites communis	Fumaria officinalis	Caucalis daucoides
Dactylis glomerata	Thlaspi arvense	Bifora radians
Poa annua	Thlaspi perfoliatum	Falcaria vulgaris
Poa pratensis	Sinapis arvensis	Aegopodium Podagraria
Festuca rubra	Raphanus Raphanistrum	Aethusa Cynapium
Bromus sterilis	Erophila verna	Pastinaca sativa
Bromus secalinus	Arabis Thaliana	Heracleum Sphondylium
Bromus hordeaceus	Erysimum cheiranthoides	Daucus Carota
Lolium perenne	Saxifraga tridactylites	Lysimachia Nummularia
Lolium italicum	Potentilla reptans	Centunculus minimus
Agropyron repens	Potentilla anserina	Centaureum pulchellum
Juncus bufonius	Sanguisorba minor	Convolvulus sepium
Gagea pratensis	Ononis repens	Symphytum officinale
Allium sativum	Medicago sativa	Lycopsis arvensis
Ornithogalum umbellatum	Medicago lupulina	Lithospermum arvense
Muscari racemosum	Melilotus officinalis	Verbena officinalis
Rumex Acetosella	Trifolium arvense	Ajuga reptans
Rumex Acetosa	Trifolium hybridum	Glechoma hederaceum
Polygonum amphibium	Trifolium dubium	Prunella vulgaris
Polygonum Persicaria	Lotus uliginosus	Lamium amplexicaule
Polygonum lapathifolium	Lotus corniculatus	Stachys annuus
Polygonum minus	Vicia villosa	Salvia pratensis
Polygonum Hydropiper	Vicia Cracca	Mentha arvensis
Chenopodium polyspermum	Vicia pannonica	Solanum nigrum
Chenopodium glaucum	Vicia sepium	Linaria spuria
Agrostemma Githago	Vicia angustifolia	Linaria Elatine
Silene vulgaris	Lathyrus tuberosus	Linaria minor
Melandrium album	Lathyrus pratensis	Veronica Beccabunga
Gypsophila muralis	Geranium dissectum	Veronica Chamaedrys
Vaccaria pyramidata	Oxalis stricta	Veronica serpyllifolia
Stellaria graminea	Mercurialis annua	Veronica polita
Cerastium caespitosum	Euphorbia platyphyllos	Veronica agrestis
Cerastium arvense	Euphorbia verrucosa	Veronica hederifolia
	Euphorbia Helioscopia	Melampyrum arvense

Euphrasia Odontites
 Rhinanthus Alec-
 torolophus
 Plantago media
 Plantago intermedia
 Plantago lanceolata
 Galium tricorne
 Galium Vaillantii
 Galium Mollugo
 Sambucus Ebulus
 Valerianella rimosa
 Valerianella dentata
 Knautia arvensis

Campanula Rapunculus
 Campanula patula
 Campanula rapunculoides
 Bellis perennis
 Gnaphalium uliginosum
 Anthemis Cotula
 Anthemis arvensis
 Chrysanthemum Leucanthemum
 Tussilago Farfara
 Carduus nutans
 Centaurea Jacea

Centaurea Cyanus
 Centaurea Scabiosa
 Cichorium Intybus
 Lapsana communis
 Hypochoeris radicata
 Leontodon autumnalis
 Picris hieracioides
 Tragopogon pratensis
 Sonchus oleraceus
 Sonchus arvensis
 Crepis biennis
 Crepis capillaris

Klasse II: 20—40 %

Alopecurus agrestis
 Agrostis alba
 Rumex obtusifolius
 Polygonum mite
 Atriplex patulum
 Cerastium glomeratum
 Arenaria serpyllifolia
 Ranunculus arvensis

Capsella Bursa pastoris
 Trifolium pratense
 Vicia tetrasperma
 Euphorbia exigua
 Anagallis coerulea
 Galeopsis Tetrahit
 Lamium purpureum
 Plantago major

Sherardia arvensis
 Valerianella olitoria
 Legousia Speculum
 Veneris
 Achillea Millefolium
 Matricaria Chamomilla
 Senecio vulgaris

Klasse III: 40—60 %

Equisetum arvense
 Agrostis Spica venti
 Stellaria media
 Alchemilla arvensis
 Trifolium repens

Vicia hirsuta
 Vicia sativa
 Anagallis arvensis

Veronica arvensis
 Veronica Tournefortii
 Cirsium arvense
 Taraxacum officinale
 Sonchus asper

Klasse IV: 60—80 %

Poa trivialis
 Polygonum aviculare
 Polygonum Convolvulus

Chenopodium album
 Ranunculus repens
 Papaver Rhoëas

Viola tricolor
 Convolvulus arvensis
 Galium Aparine

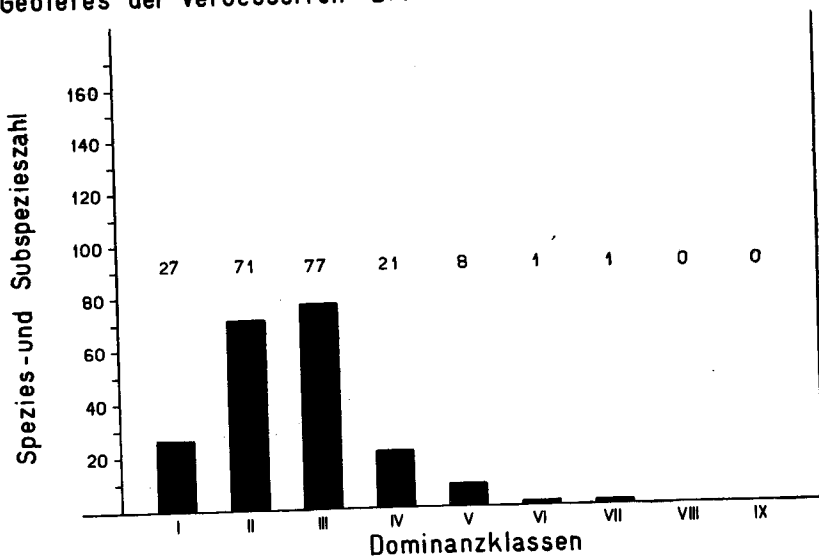
Klasse V: 80—100 %

Myosotis arvensis

2. Dominanzverhältnisse und Dominanzdiagramm

	Dominanzklassen:						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	1,0	1,1-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	2,6-3,0	3,1-3,5	3,6-4,0
Spezies- und Sub- spezieszahl:							
Absolut	27	71	77	21	8	1	1
%	13,10	34,40	37,40	10,20	3,90	0,50	0,50
Spezieszahl nach Volkart in Getreide im Ge- birge:							
Absolut	83	70	33	11	5	1	2
%	40,50	34,10	16,10	5,40	2,40	0,50	1,00

Dominanz - Diagramm
des Acker-Unkrautbestandes des untersuchten
Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz.



**Verteilung der Arten und Unterarten auf die einzelnen
Dominanzklassen**

Klasse I: 1,0

Phragmites communis
Gagea pratensis
Muscari racemosum
Vaccaria pyramidata
Cerastium arvense
Papaver Argemone
Thlaspi perfoliatum
Erysimum cheiranthoides
Saxifraga tridactylites

Sanguisorba minor
Trifolium dubium
Vicia Cracca
Vicia pannonica
Euphorbia verrucosa
Malva neglecta
Caucalis daucoides
Bifora radians
Falcaria vulgaris

Centaureum pulchellum
Symphytum officinale
Plantago media
Campanula patula
Anthemis Cotula
Carduus nutans
Hypochoeris radicata
Leontodon autumnalis
Crepis biennis

Klasse II: 1,1—1,5

Setaria glauca
Setaria viridis
Phleum paniculatum
Phleum pratense
Holcus lanatus
Avena elatior
Dactylis glomerata
Poa annua
Poa pratensis
Festuca rubra
Bromus sterilis
Bromus secalinus
Bromus hordeaceus
Lolium perenne
Juncus bufonius
Allium sativum
Ornithogalum umbellatum
Rumex obtusifolius
Rumex Acetosella
Rumex Acetosa
Polygonum minus
Chenopodium glaucum
Gypsophila muralis

Spergula arvensis
Delphinium Consolida
Ranunculus bulbosus
Papaver dubium
Erophila verna
Medicago lupulina
Melilotus officinalis
Trifolium hybridum
Lotus uliginosus
Lotus corniculatus
Vicia villosa
Lathyrus pratensis
Geranium dissectum
Oxalis stricta
Euphorbia platyphyllos
Euphorbia Helioscopia
Hypericum humifusum
Epilobium angustifolium
Scandix Pecten Veneris
Pastinaca sativa
Lysimachia Nummularia
Centunculus minimus
Lycopsis arvensis
Ajuga reptans

Glechoma hederaceum
Lamium amplexicaule
Linaria Elatine
Veronica Beccabunga
Veronica polita
Veronica agrestis
Melampyrum arvense
Euphrasia Odontites
Plantago lanceolata
Galium Vaillantii
Sambucus Ebulus
Knautia arvensis
Campanula Rapunculus
Campanula rapunculoides
Bellis perennis
Anthemis arvensis
Chrysanthem. Leucanth.
Centaurea Jacea
Centaurea Scabiosa
Cichorium Intybus
Pieris hieracioides
Tragopogon pratensis
Sonchus oleraceus

Klasse III: 1,6—2,0

Agrostis alba
Agrostis capillaris
Holcus mollis
Lolium italicum
Agropyron repens
Polygonum amphibium
Polygonum Persicaria
Polygonum mite
Chenopodium polysperm.
Atriplex patulum
Agrostemma Githago
Silene vulgaris
Melandrium album
Stellaria media
Stellaria graminea
Cerastium glomeratum
Cerastium caespitosum
Sagina procumbens
Arenaria serpyllifolia
Scleranthus annuus
Fumaria officinalis
Thlaspi arvense
Sinapis arvensis
Raphanus Raphanistrum
Capsella Bursa pastoris

Arabidopsis Thaliana
Potentilla reptans
Potentilla anserina
Ononis repens
Trifolium arvense
Trifolium repens
Vicia tetrasperma
Vicia sepium
Vicia sativa
Lathyrus tuberosus
Mercurialis annua
Euphorbia exigua
Euphorbia Peplus
Hypericum perforatum
Viola tricolor
Lythrum Salicaria
Aegopodium Podagraria
Heracleum Sphondylium
Daucus Carota
Anagallis arvensis
Anagallis coerulea
Lithospermum arvense
Verbena officinalis
Prunella vulgaris
Lamium purpureum
Stachys annuus

Salvia pratensis
Mentha arvensis
Solanum nigrum
Linaria spuria
Linaria minor
Veronica Chamaedrys
Veronica serpyllifolia
Veronica arvensis
Veronica Tournefortii
Rhinanthus Alectoroloph.
Plantago major
Plantago intermedia
Sherardia arvensis
Galium tricornne
Galium Mollugo
Valerianella olitoria
Valerianella rimosa
Valerianella dentata
Legousia Specul. Veneris
Gnaphalium uliginosum
Achillea Millefolium
Matricaria Chamomilla
Senecio vulgaris
Lapsana communis
Taraxacum officinale
Crepis capillaris

Klasse IV: 2,1—2,5

Equisetum arvense
Polygonum aviculare
Polygonum lapathifolium
Polygonum Convolvulus
Chenopodium album
Ranunculus arvensis
Aichemilla arvensis

Medicago sativa
Trifolium pratense
Vicia angustifolia
Aethusa Cynapium
Convolvulus sepium
Myosotis arvensis
Galeopsis Tetrahit

Veronica hederifolia
Galium Aparine
Tussilago Farfara
Cirsium arvense
Centaurea Cyanus
Sonchus asper
Sonchus arvensis

Klasse V: 2,6—3,0

Alopecurus agrestis
Poa trivialis
Polygonum Hydropiper

Ranunculus repens
Papaver Rhoëas
Vicia hirsuta

Chaerofolium silvestre
Convolvulus arvensis

Klasse VI: 3,1—3,5

Ranunculus Ficaria

Klasse VII: 3,6—4,0

Agrostis Spica venti

Wenden wir uns noch der Betrachtung der Ergebnisse über Verbreitung, Vorkommen und Häufigkeit der Unkrautarten zu. Bei genauerer Musterung der Menge der Unkrautarten ergibt sich meist, dass unter ihnen die *annuellen* und *winterannuellen*, d. h. die *Samenunkräuter* gegenüber den mehrjährigen Arten und den sich dauernd vegetativ vermehrenden Unkrautarten nach Artenzahl *) weit vorherrschen. Korsmo (129) schätzt für die nördliche gemässigte Zone den Unkrautbestand auf 8—10 % des gesamten Pflanzenbestandes, wovon mehr als die Hälfte auf Samenunkräuter entfallen sollen. In südlichen Gebieten beteiligen sich die einjährigen Pflanzen an der Zusammensetzung der Vegetation in noch stärkerem Masse. Aehnliche Verhältnisse zeigen auch unsere Untersuchungen. Ein Vorherrschen der Samenunkräuter kann hier nicht nur in bezug auf die Artenzahl, sondern auch, wenn auch in geringerem Masse, in der Verbreitung, der Frequenz, festgestellt werden. Diese Verhältnisse illustrieren die folgenden Zahlen:

Biologische Gruppen der Unkräuter:	Anzahl der Arten und Unterarten		Mittl. Fre- quenz- zahl	Mittl. Domi- nanz- wert
	Absolut	%		
1. Samenunkräuter	119	57,80	16,0	1,7
a) <i>annuelle</i>	70	58,80	14,7	1,6
b) <i>winterannuelle</i>	41	34,40	17,7	1,8
c) <i>zweijährige</i>	8	6,80	16,4	1,5
2. Mehrjährige, bodenständige Un- kräuter	36	17,50	5,3	1,5
3. Mehrjährige Unkräuter mit dauern- der vegetativer Vermehrung und Verbreitung	51	24,70	11,5	1,7
a) durch unterirdische Stengelknol- len, Zwiebeln und Zwiebel- knospen	9	17,60	2,7	1,6
b) durch oberirdische Stengelaus- läufer	12	23,50	24,8	1,8
c) durch unterirdische Stengelaus- läufer	21	41,20	3,5	1,6

*) Besonderes Interesse bietet die Gegenüberstellung der **Individuenzahlen** der einzelnen biologischen Unkrautgruppen, was uns hier auf Grund absoluter Grössen infolge des Arbeitens nach der Schätzungs-
methode nicht möglich ist. Relative Häufigkeitswerte der einzelnen und so-
mit auch der Gesamtarten der einzelnen biologischen Unkrautgruppen
vermitteln uns die Abundanz- und Dominanzschätzungen. (Siehe oben
«Mittlerer Dominanzwert».)

d) durch Adventivsprosse und -knospen des Wurzelstockes	3	5,90	1,2	2,0
e) durch erdstengelartige Ausläu- fer (Gefässkryptogame)	1	2,00	44,1	2,1
f) durch Wurzelausläufer	5	9,30	28,5	2,0

Die Einteilung der Unkräuter in biologische Gruppen basiert (obwohl uns auch diese nicht voll befriedigt) auf dem Schema K o r s m o s ⁽¹²⁹⁾. Wir unterscheiden daher:

1. *Samenunkräuter*. Pflanzen, die nach einmaliger Blüte und Samenreife eingehen, und zwar:

- a) die *Annuellen* im Spätsommer oder Herbst des Keimjahres,
- b) die *Winterannuellen* im Sommer oder Herbst des auf das Keimjahr folgenden Jahres, die im Keimlingsstadium überwintern.
- c) die *Zweijährigen* im zweiten Lebensjahr.

Im Keimjahr entwickelt diese Unkrautgruppe nur eine oberirdische Laubblattrosette, die im Herbst abstirbt, während die unterirdischen Teile überwintern, um im folgenden Frühjahr wieder frisch auszutreiben. Im Sommer schliesst dann die Pflanze ihr Leben mit Blüte und Frucht reife ab.

2. *Mehrfährige, bodenständige Unkräuter*. Darunter versteht man mehrjährige Unkrautarten *ohne ununterbrochene vegetative Fortpflanzung*. Man nennt diese Gruppe auch «Wiesenunkräuter», weil sie besonders auf Wiesen heimisch sind. Sie sind aber nicht allzu selten auch auf dem Ackerland zu finden, namentlich bei mehr extensiver Bodenbearbeitung. Daher treffen wir sie in der Dreifelderwirtschaft vornehmlich am Ackerrand an. Hieher rechnen wir *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Rumex obtusifolius*, *Verbena officinalis*, *Salvia pratensis*, *Plantago media*, *Plantago major*, *Plantago lanceolata*, *Knautia arvensis*, *Campanula Rapunculus*, *Bellis perennis*, *Centaurea Jacea*, *Centaurea Scabiosa*, *Cichorium Intybus*, *Hypochoeris radicata*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum officinale* u. a. m.

3. *Mehrfährige Ackerunkräuter mit dauernder vegetativer Vermehrung und Verbreitung*. Dazu rechnet man die sog. *Wurzelunkräuter* oder «*Wurzelwandernden Unkräuter*». Die zu dieser Gruppe gehörenden Unkrautarten vermehren und verbreiten sich dauernd auf vegetativem Wege mittelst:

- a) **unterirdischen Stengelknoten, Zwiebeln und Zwiebelknospen**, wie bei uns *Avena elatior* var. *tuberosa*, *Mentha arvensis*, *Lathyrus tuberosus*, *Gagea pratensis*, *Allium sativum*, *Ornithogalum umbellatum*, *Muscari racemosum*, *Ranunculus bulbosus* und *Ranunculus Ficaria*.
- b) **oberirdischen Stengelausläufern**, wie *Agrostis alba*, *Poa trivialis*, *Ranunculus repens*, *Potentilla reptans*, *Potentilla anserina*, *Ononis repens*, *Trifolium repens*, *Lysimachia Nummularia*, *Ajuga reptans*, *Glechoma hederaceum*, *Prunella vulgaris*, *Chrysanthemum Leucanthemum*.
- c) **unterirdischen Stengelausläufern**, wie bei *Agrostis capillaris*, *Holcus mollis*, *Phragmites communis*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Agropyron repens*, *Polygonum amphibium*, *Cerastium arvense*, *Lotus uliginosus*, *Vicia Cracca*, *Vicia sepium*, *Lathyrus pratensis*, *Oxalis stricta*, *Falcaria vulgaris*, *Aegopodium Podagraria*, *Convolvulus sepium*, *Galium Mollugo*, *Sambucus Ebulus* *Campanula rapunculoides*, *Achillea Millefolium* und *Tussilago Farfara*.
- d) **Adventivsprossen und -knospen des Wurzelstockes**, bei *Rumex Acetosa*, *Hypericum perforatum* und *Chaerophyllum silvestre*.
- e) **erdstengelartigen Ausläufern**, wie bei *Equisetum arvense*.
- f) **Wurzelausläufern**, in unserem Fall bei *Rumex Acetosella*, *Epilobium angustifolium*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense* und *Sonchus arvensis*.

Auch unsere Untersuchungen im Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz zeigen deutlich das zahlenmässige Vorherrschen der *Samenunkrautarten* (s. Tabelle S. 72/73). Rund $\frac{3}{5}$ (57,80 %) der von uns festgestellten Ackerunkrautarten sind Samenunkräuter im engern Sinne des Wortes, während die beiden andern biologischen Hauptgruppen: «Mehrjährige, bodenständige Unkrautarten (Wiesenunkräuter)» und «Mehrjährige Unkrautarten mit dauernder vegetativer Vermehrung und Verbreitung (Wurzelunkräuter)» bloss je rund $\frac{1}{5}$ (17,50 resp. 24,70 %) aller Arten auf sich vereinigen. Unter den Samenunkräutern sind es wieder die annuellen Arten, die mit rund $\frac{3}{5}$ (58,80 %) an der Anzahl aller vorkommenden Samenunkrautarten partizipieren, während auf die winterannuellen rund der dritte Teil (34,40 %) und auf die zwei-

jährigen nur 6,80 % entfallen. Das Vorkommen der annuellen Unkrautarten hat seinen Grund in der regelmässigen Bearbeitung des Ackers, die einmal, event. sogar zweimal im Jahr erfolgt. Wird der Acker im Frühjahr gepflügt, geeggt, so werden zweijährige und winterannuelle Unkräuter z. T. wenigstens vernichtet, und die annuellen Arten überwiegen hier dann an Zahl.

Bei den dauernd sich *vegetativ vermehrenden Unkrautarten* entfallen rund $\frac{2}{5}$ (41,20 %) dieser Gruppe auf solche mit *unterirdischen Stengelausläufern* und rund $\frac{1}{5}$ (23,50 %) auf Arten mit *oberirdischen Stengelausläufern*, während den übrigen einzelnen Untergruppen jeweils weniger als $\frac{1}{5}$ aller Arten dieser Gruppe angehören.

Geringerer Unterschied als bei der Artenzahl ergibt sich innerhalb der drei biologischen Hauptunkrautgruppen in bezug auf die Verbreitung, die *Frequenz*, der einzelnen Gruppenvertreter im Durchschnitt. Hier ist nur ein schwaches Vorwalten der Samenunkräuter, namentlich gegenüber den Wurzelunkräutern, festzustellen. Erstere weisen im Durchschnitt nur eine *Frequenzzahl* von 16,0 gegenüber den letzteren mit einer solchen von 11,5 auf. Bedeutend zurück treten dagegen in der Verbreitung die mehrjährigen, bodenständigen Unkrautarten. Die durchschnittliche Frequenzzahl beträgt hier nur 5,3. Innerhalb der Gruppe «Samenunkräuter» besitzen die grösste Frequenz die «Winterannuellen» (17,7), während hier die «Annuellen» (14,7) im Durchschnitt geringere Frequenz als die «Zweijährigen» (16,4) aufweisen. Diese Verhältnisse werden unseres Erachtens durch die ungünstigeren Keimungsbedingungen der «Annuellen» gegenüber den «Zweijährigen» und insbesondere gegenüber den «winterannuellen Arten» (vornehmlich im Wintergetreide) bedingt. Es dürfte hier in erster Linie der Konkurrenzkampf zwischen Same und Keimling einerseits und Kulturpflanze andererseits der entscheidende Faktor sein. Ausserdem entwickeln sich im Herbst nach durchgeführter Saat des Wintergetreides mit der jungen Saat auch die Keimpflänzchen der «Winterannuellen». Zu ihnen gesellen sich dann erst im Frühjahr die «Annuellen», die sich aber hier nicht in solchem Mass entwickeln und verbreiten können wie jene; denn auch die Konkurrenz der «Winterannuellen», die seit dem Herbst eine gewisse Stärke erreicht haben, tritt ihrer Verbreitung hindernd entgegen.

Von den sich vegetativ vermehrenden Unkrautarten weisen im Durchschnitt die grösste Verbreitung diejenigen mit *oberirdischen Stengelausläufern* (24,8) und mit *Wurzelausläufern* (28,5) auf. Die starke Verbreitung der Unkrautarten mit oberirdischen Ausläufern dürfte durch die zeitliche Entwicklung, bzw. durch die ihnen eigene kurze Entwicklungszeit der vegetativen Vermehrungssprosse bedingt sein. Die Vegetationszeit vom Zeitpunkt der letzten Bodenbearbeitung, bzw. der letzten Saatbehandlung bis zur Ernte der Kulturpflanzen wird diesen Unkrautarten zur Entwicklung der Vermehrungssprosse im Winter- und Sommergetreide im allgemeinen genügen.

Die stärkere Verbreitung der Unkrautarten mit Wurzelausläufern ist auf die tiefe Lage im Boden der Vermehrungssprosse, wodurch Zerstörung und Schädigung dieser Organe durch die Kulturmassnahmen bedeutend erschwert werden, zurückzuführen.

Die nähere Betrachtung der *Dominanz* (Häufigkeit) der einzelnen Vertreter der verschiedenen biologischen Unkrautgruppen ergibt eine weitgehende Uebereinstimmung. Eine nennenswerte Steigerung der Häufigkeit ist hier nur bei den durch *Wurzelausläufer* sich vegetativ vermehrenden Unkrautarten zu konstatieren. Die häufigere üppigere Entwicklung dieser Arten wird wohl auch im Zusammenhang mit der Bekämpfungsmöglichkeit dieser Arten infolge der ihnen eigenen biologischen Verhältnisse stehen.

Der wichtigste und allen Ackerkulturarten gemeinsame Faktor ist die *Umlagerung des Bodens durch den Pflug*. Dadurch wird jedesmal die vorhandene Pflanzendecke vernichtet. Es können sich daher nur drei Klassen von Pflanzenarten dauernd auf dem Ackerfeld erhalten:

1. Arten mit sehr *tiefliegenden Ausläufern*, die der Pflugschar entgehen, wie: *Tussilago Farfara*, *Cirsium arvense*, *Equisetum arvense*, *Campanula rapunculoides* u. a. m.

2. Arten, deren *oberirdische* und *unterirdische Dauerorgane* durch die Lageveränderung in ihrer Ausschlagsfähigkeit nicht gehindert werden, wie *Ranunculus repens*, *Ornithogalum umbellatum*, *Ranunculus Ficaria*, *Mentha arvensis* u. a. m. Zerschnittene Stengelausläufer, Wurzelknollen, Zwiebeln und Zwiebelknospen schlagen, auch wenn sie durch die Ackergeräte verschleppt werden,

wieder aus und tragen so zur Erhaltung und Verbreitung der Art auf dem Ackerland bei.

3. Solche Arten, die *von einer Pflugfahrt zur andern ihre ganze Entwicklung* von der Keimung bis zur Frucht- und Samenreife durchlaufen. Sie überstehen daher den für sie kritischen Lebenszeitabschnitt der Bodenbearbeitung im Samenzustande und entgehen der Vernichtung durch Kulturmassnahmen, namentlich durch das Pflügen, infolge ihrer ihnen eigenen Generationsfolge. Hieher gehört denn auch die grösste Anzahl Unkrautarten, die Samenunkräuter: annuelle, winterannuelle und zweijährige. Nur auf dem Ackerland, wo der Wettbewerb der ausdauernden Pflanzenarten infolge der speziellen Verhältnisse bedeutend reduziert wird, ist es den kurzlebigen Arten ermöglicht, lebensfähig aufzutreten und sich zu verbreiten. Innerhalb der natürlichen Bestände fehlen ihnen die optimalen Lebensbedingungen. Im Ackerland dagegen bilden sie den bleibenden Grundstock. Das Brachfeld beherrschen sie weitgehendst und bilden hier den Haupttypus, während ihnen aber schon im Ackerfeld die alleinige Beherrschung des Feldes in Bezug auf Frequenz und Dominanz (Häufigkeit) durch die echten Wurzelunkräuter streitig gemacht wird, wie es unsere Ergebnisse auch deutlich zeigen.

Auf ein Beispiel weitgehendster Anpassung gewisser Unkrautarten an die Lebensbedingungen des Ackerlandes macht uns F r i t s c h ⁽⁸⁷⁾ aufmerksam und weist darauf hin, wie einzelne heute *monokarpische* Ackerunkräuter Gattungen angehören, die sonst meist ausdauernde Gewächse enthalten und verweist in erster Linie auf unsere typische Getreideunkrautart: *Centaurea Cyanus* L.. F r i t s c h versucht sie von einer perennierenden Art phylogenetisch abzuleiten, die entweder erst durch Anpassung an die Verhältnisse des Getreidefeldes monokarpisch wurde, oder welche schon monokarpisch war, als sie sich dem Getreide als Unkraut zugesellte. Sie soll in Südeuropa heute noch in autochthonen Formationen auftreten. Aehnliche Anpassungserscheinungen an die Vegetationsverhältnisse des Ackers glaubt F r i t s c h auch bei andern Unkrautarten, wie bei *Euphorbia*-Species, *Vicia*-Species, *Papaver Rhoeas* L., *Delphinium Consolida* L. feststellen zu können. F r i t s c h nimmt allgemein an, dass manche unserer heutigen monokarpen Ackerunkräuter von mehrjährigen Pflanzenarten abstammen, so dass die *Einjährigkeit*

hier als *Anpassungseigenschaft* angesehen werden muss, die durch den Kampf ums Dasein im Ackerland durch natürliche Auslese herausgebildet wurde. Thellung⁽²⁴²⁾ führt das *Einjährigwerden* einer ausdauernden Pflanze auf eine bereits vorhandene «Tendenz» dieser Richtung zurück und betrachtet die natürliche Auslese nur als Mittel zum Zweck. Thellung verwirft die Lamarck'sche Erklärung des Einjährigwerdens durch *Rudimentärwerden* der Erneuerungssprosse infolge Nichtgebrauchs. Wenn er weiter bemerkt, dass das Schicksal der Mutterpflanze nach der Fruchtreife unmöglich von Einfluss auf die Erbanlage des bereits ausgestreuten Samens sein könne, so ist das an sich richtig, berücksichtigt aber die Möglichkeit nicht, dass die Auslese auf andere Weise doch in der Richtung des Einjährigwerdens wirksam sein kann. Formen mit kürzerer Entwicklungszeit erzeugen in der Regel erheblich mehr Samen als ausgesprochen ausdauernde Formen. Durch den Ackerbau müssen die Pflanzen mit starker Samenerzeugung bevorzugt werden, so dass doch nach und nach die kürzer dauernden Formen überhandnehmen und die Ausdauernden verdrängen.

Uebrigens dürfen wir nicht vergessen, dass alle diese Ausführungen rein spekulativer Natur sind. Den Anschauungen von Fritsch steht namentlich entgegen, dass die monocyclischen Ackerunkräuter, wie *Centaurea Cyanus*, *Ranunculus arvensis*, *Delphinium Consolida*, *Papaver Rhoeas* usw. von den ausdauernden Arten derselben Gattung scharf getrennt und vielfach monotyp sind. Sie stehen diesen systematisch nicht so nahe, wie es der Fall sein müsste, wenn sie aus ihnen hervorgegangen wären. Es ist daher anzunehmen, dass sie mit dem Getreide aus dessen ursprünglichen Heimat, wo monozyklische Gewächse durch das Klima bevorzugt sind, bereits in ihrer heutigen Entwicklungsform eingeschleppt wurden.

Auffallend ist ferner das starke Zurücktreten der *Monokotyledonen* im Getreidefeld, während sie in gewissen natürlichen Formationen von grösserer Bedeutung sind. So gibt Junge⁽¹⁰⁹⁾ z. B. in Torfmooren den Anteil der Monokotylen mit ungefähr 50 % an. Besonders ausgeprägt finden wir diese Verhältnisse in den Hydrophytenformationen, während bei den Mesophytenvereinen, zu denen die Vegetation des Kulturbodens zu rechnen ist, meistens die *Dicotyledonen*, wenigstens nach der Zahl der Arten betrachtet, vorherrschen. Unsere Untersuchungen ergeben diesbezüglich folgende Ergebnisse:

Artenzahl	Monokotyledonen	Dikotyledonen
absolut	28	177
in Prozent	13,60	86,40

Allgemein gering ist für das Ackerland (bei unseren Untersuchungen 17,50 %) die Artenzahl der mehrjährigen, bodenständigen Unkrautarten. Diese werden auch, wie bereits erwähnt, unter dem Namen «Wiesenunkräuter» zusammengefasst. Es sind grösstenteils Abtrünnige, Auswanderer aus natürlichen Formationen und aus Wiesenbeständen, also sog. *Apophyten*. Sie siedeln sich vornehmlich bei extensiverer Bodenbewirtschaftung an. Daher sind es die Ackerunkräuter des Ackerrandes und zum Teil, infolge einseitiger Fruchtfolge und Bodenbearbeitung, des Ackerlandes der Gebirgsgegenden. Ganz eigenartige Verhältnisse in Bezug auf die Zusammensetzung der Unkrautflora ergeben sich daher, wie uns Volkart⁽²⁵¹⁾ und auch Hager⁽⁸²⁾ für das Vorderrheintal des Kantons Graubünden und Fritsch⁽⁶⁷⁾ für Salzburg zeigen, in Gegenden, wo die sog. «Egertenwirtschaft» betrieben wird. Hier wird das Grundstück drei Jahre als Ackerland (vornehmlich als Getreideland) verwendet, um es hierauf im vierten Jahre vorwiegend der natürlichen Berasung zu überlassen, und es dann während 7—10 Jahren als Wiesland zu nutzen. Sie konnten hier bei genauerer Untersuchung eine ganz andere Zusammensetzung der Unkrautflora als bei *ständigen* Ackerfeldern feststellen. Während sonst in Getreidefeldern, wie bereits erwähnt, die *einjährigen* Unkrautarten vorwalten, treten diese hier zurück, und die *mehrjährigen, bodenständigen* Arten (Wiesenunkräuter) nehmen an Artenzahl zu. So weist Fritsch⁽⁶⁷⁾ darauf hin, dass in der Nähe der Stadt Salzburg in den Getreidefeldern keine Kornblume, kein Klatschmohn, kein Rittersporn zu finden sind. Im Bündneroberland konnte Volkart⁽²⁵¹⁾ viele ausdauernde Unkrautarten nachweisen, die er im Kanton Tessin mit *ständigen Ackerfeldern* nicht oder nur ganz selten fand. Die Gruppe der «Wiesenunkräuter» der Getreidefelder der «Egertenwirtschaft» setzt sich nach den genannten Autoren zusammen aus: *Heracleum Spondylium* L., *Carduus crispus* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Agrostis vulgaris* With., *Holcus mollis* L., *Alchemilla vulgaris* L., *Hypericum maculatum* (L.) Crantz, *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Rumex alpinus* L., *Silene vulgaris* (Mönch) Garcke, *Vicia Cracca* L., *Vicia sepium* L., *Plantago lanceolata* L., *Chrysanthemum Leucanthemum* L. Dazu gesellen sich noch einige Wurzelunkräuter wie *Achillea Millefolium* L.,

Campanula rapunculoïdes L., *Rumex Acetosella* L. u. a. m. Als besondere Charakterpflanze der Getreidefelder, namentlich der Stoppelfelder der Egertenwirtschaft erweist sich nach Fritsch⁽⁶⁷⁾ und Hager⁽⁸²⁾: *Melandrium dioecum* (L.) Simonkai. Volkart fand sie auch im Getreide selbst mit einer Frequenzzahl von 11,9 und einem Dominanzwert von 1,1. Im Dreifeldergebiet gehört diese Pflanze nur den Wiesenbeständen an.

Durch das Herbst- oder Frühjahrspflügen der Wiesen der Egertenwirtschaften, welches oft verhältnismässig wenig tief erfolgt, werden die Wurzelstöcke, bzw. die Wurzeln und Sprossanlagen der sogenannten Wiesenunkräuter vielfach nicht oder nur wenig beschädigt und nur teilweise vernichtet. Sie werden zum Teil nur aus ihrer Lage gebracht und dadurch einigermaßen in ihrer Entwicklung gehemmt, um aber bei Beginn der Vegetationszeit aufs Neue auszutreiben und sich im Getreide — unter Umständen — zu sehr schädlichen Unkräutern zu entwickeln.

Anschliessend werden wir uns nun noch dem Vorkommen, der Verbreitung und der Häufigkeit der einzelnen wichtigsten Ackerunkrautarten des untersuchten Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft zuwenden.

1. *Myosotis arvensis* (L.) Hill ist das verbreitetste Getreideunkraut in unserem Untersuchungsgebiet. Wir errechneten eine Frequenzzahl von 83,5, d. h. *Myosotis arvensis* wurde in 83,5 % aller botanisch untersuchten Getreidefelder, also nahezu in allen, vorgefunden. *Myosotis arvensis* stellt somit das typische Getreideunkraut der Dreifelderwirtschaft dar. Seine grosse Frequenz ist in der weitgehenden Anpassungsfähigkeit an die Ackerverhältnisse der Dreifelderwirtschaft begründet. Korsmo⁽¹²⁹⁾ betrachtet es als zweijähriges Samenunkraut, welches als ca. 5 cm hohe Rosette überwintert, um dann im nächsten Jahre seine Vegetationszeit mit der Fruchtreife im Juni oder Juli abzuschliessen. Wehsarg⁽²⁶⁰⁾ nennt es überjährlig und einjährlig. Schinz und Keller betrachten *Myosotis arvensis* in ihrer «Flora der Schweiz» als annuell bis winterannuell. Auch unsere Beobachtungen (auf deren Ergebnisse wir später näher eintreten werden) zeigten, dass *Myosotis arvensis* bald als kleine Blattrosette, bald als Keimling überwintert, also winterannuell bis zweijährlig ist. Es wurden aber auch Frühjahrskeimlinge vorgefunden, so dass *Myosotis arvensis* unter Umständen auch

annuell werden kann. Diese Anpassungsfähigkeit des Entwicklungsrhythmus an die jeweils gegebenen Vegetationsverhältnisse bedingt auch zweifellos die grosse Verbreitung, so dass bei seiner bedeutenden Samenproduktion auch bei scharfem Konkurrenzkampf mit der Kulturpflanze und den übrigen Unkrautarten und bei Anwendung jeder mechanischen oder chemischen Unkrautbekämpfungsart immer eine Anzahl *Myosotis*-Keimlinge aufgehen und sich zur ausgewachsenen Pflanze entwickeln können. Als Samenunkraut vermag *Myosotis arvensis* trotz seiner grossen Verbreitung keine bedeutende Dominanz zu erlangen. Unsere Untersuchungen ergeben nur einen mittleren Dominanzwert von 2,1, der unter Mittel steht. Konkurrenzkampf und Unkrautbekämpfung werden hier hemmend wirken.

2. *Ranunculus repens* L., *Poa trivialis* L., *Polygonum aviculare* L., *Polygonum Convolvulus* L. und *Viola tricolor* L. erlangen nach unserer Feststellung im untersuchten Gebiet der schweizerischen Dreifelderwirtschaft Frequenzzahlen von 73,9—78,5, d. h. sie konnten in rund $\frac{3}{4}$ aller botanisch analysierten Getreidefelder festgestellt werden. *Ranunculus repens* L. und *Poa trivialis* L. gehören zu den sich dauernd vegetativ vermehrenden Ackerunkrautarten mit oberirdischen, sich bewurzelnden Ausläufern, während die übrigen *annuelle Samenunkräuter* sind. Nur *Viola tricolor* L. ist mitunter auch winterannuell. Erstere weisen Frequenzzahlen von 78,5, resp. 78,3, letztere dagegen solche von 78,0, 76,5 und 73,9 auf. Die beiden sich vegetativ vermehrenden Unkrautarten erlangen ihre relativ grosse Verbreitung vornehmlich mit Hilfe ihrer vegetativen Vermehrungsweise (Bewurzelung der oberirdischen Stengelausläufer). Doch ist auch ihre Samenproduktion keineswegs unbedeutend. Auch der grössere Dominanzwert findet sich hier bei den beiden vegetativ sich vermehrenden Arten. Der Dominanzwert beträgt bei diesen 2,7 (über Mittel), bei den drei Samenunkrautarten aber nur 1,9 und 2,2.

3. *Convolvulus arvensis* L., *Galium Aparine* L., *Papaver Rhoeas* L. und *Chenopodium album* L. fanden wir in 60—70 % aller untersuchten Getreidefelder. *Convolvulus arvensis* L., ein echtes Wurzelunkraut, erreichte eine Frequenzzahl von 68,7. Die anderen drei hier genannten Arten sind *annuelle* und *winterannuelle* (*Papaver Rhoeas* L.) Samenunkräuter.

Wenn diese drei Arten ihre relativ grosse Verbreitung (68,7, 62,0 und 61,5) lediglich ihrer bedeutenden Samenproduktionskraft zu verdanken haben, so wird sie bei *Convolvulus arvensis* L. wohl vorwiegend der vegetativen Regenerationskraft der Art zuzuschreiben sein. In bezug auf die Dominanz, die Häufigkeit, haben wir auch hier wieder die gleichen Verhältnisse. Die Samenunkräuter stehen im Grad der vegetativen Entwicklung hinter den echten Wurzelunkräutern. *Convolvulus arvensis* erreichte einen durchschnittlichen Dominanzwert von 2,8, die drei Samenunkräuter dagegen nur 2,2, 2,6 und 2,1.

4. *Trifolium repens* L., *Sonchus asper* (L.) Hill, *Agrostis Spica venti* L., *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray, *Veronica Tournefortii* Gmelin und *Anagallis arvensis* L. konnten von uns in 50—60 % aller analysierten Getreidefelder der untersuchten Gebiete der verbesserten schweizerischen Dreifelderwirtschaft festgestellt werden. Die grösste Frequenzzahl (59,9) weist auch bei dieser Gruppe die Unkrautart mit dauernd vegetativer Vermehrung und Verbreitung: *Trifolium repens* L. mit oberirdischen, sich bewurzelnden Stengelaufläufern auf. Die übrigen 5 Unkrautarten sind alle annuelle bis winterannuelle Samenunkräuter mit Frequenzzahlen von 56,3, 55,1, 54,5, 54,4 und 53,7. Bei Betrachtung der Dominanz muss uns der relativ hohe Dominanzwert von 3,8 bei *Agrostis Spica venti* L. interessieren. Auch als annuelles bis winterannuelles Samenunkraut kommt *Agrostis Spica venti* L. in den Getreidefeldern massenhaft vor. Diese Erscheinung ist zurückzuführen auf den grossen im Boden liegenden Samenvorrat. Die Samen bedürfen zur Keimung Licht, wie von Pieper⁽²⁰⁵⁾ angestellte Versuche zeigten, so dass durch Pflug und Egge an die Oberfläche gebrachte Samen im Herbst und Frühjahr bei Temperaturen unter 20° C und genügender Bodenfeuchtigkeit in grösserer Menge keimen und sich relativ rasch zur Blüte und Frucht entwickeln.

Die von Pieper geschilderte ausserordentlich ausgiebige Samenproduktion bewirkt, dass *Agrostis Spica venti* L. bei uns in der verbesserten Dreifelderwirtschaft ein weitverbreitetes Ackerunkraut der Getreidefelder mit dem höchsten mittleren Dominanzwert (3,8) darstellt. *Agrostis Spica venti* L. bedarf zur Keimung und kräftigen Entwicklung Licht, Luft, Wärme und Feuchtigkeit; Eigenschaften, die es im Getreidefeld — vornehmlich der verbesserten Dreifelder-

wirtschaft — nicht aber im mehrjährigen Kleebestand der Wechselwirtschaften findet. Es ist deshalb als Charakterunkrautart der Getreidefelder der Dreifelderwirtschaft und vorwiegend als Geleimpflanze des Winterroggens anzusehen.

Von bedeutendem Einfluss auf das Vorkommen und Gedeihen von *Agrostis Spica venti* L. scheint nach den Versuchen P i e p e r s ⁽²⁰⁵⁾, auf die wir später nochmals zurückkommen werden, der Feuchtigkeitsgehalt des Keimbettes zu sein. Der Wasserbedarf der keimenden Samen ist hier relativ gross. Und die im freien Felde immer wieder zu machende Beobachtung, dass *Agrostis Spica venti* L. nach einem nassen Herbst, Winter oder Frühling besonders stark die Getreidefelder verunkrautet, lässt sich bei diesen ihr eigenen Keimverhältnissen leicht erklären.

Die übrigen Ackerunkrautarten obengenannter Verbreitungsgruppe treten in bezug auf die Dominanz gegenüber *Agrostis Spica venti* L. merklich zurück. Am nächsten tritt mit einem Dominanzwert von 2,9 *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray an *Agrostis Spica venti* L. in ihrer Häufigkeit heran, obwohl ihre Samenproduktion nicht besonders gross ist. *Vicia hirsuta* braucht zur Entwicklung ähnliche Vegetationsverhältnisse wie *Agrostis Spica venti*, die sie auf dem Ackerland der Dreifelderwirtschaft, wie aus ihrer Dominanz zu schliessen ist, auch weitgehend findet. Die weiteren Samenunkräuter weisen Dominanzwerte von 2,2, 1,8 und 2,0 auf. Augenfällig ist der relativ geringe Dominanzwert von 1,9 bei *Trifolium repens* L. Trotz vegetativer Vermehrung steht *Trifolium repens* L. in bezug auf die Dominanz, im Gegensatz zu den bisher hier behandelten, vegetativ sich vermehrenden Arten, hinter den meisten Samenunkräutern der gleichen Frequenzgruppe. *Trifolium repens* L. vermag sich darnach auf dem Ackerland auch als dauernd vegetativ sich vermehrende Art nicht zu grosser Häufigkeit zu entwickeln. Die Vegetationsverhältnisse des Ackerlandes scheinen hier für eine üppige Entwicklung nicht geeignet zu sein. *Trifolium repens* L. kann wirklich auch trotz seiner relativ grossen Verbreitung auf dem Ackerland des untersuchten Gebietes der schweizerischen Dreifelderwirtschaft nicht als ein typisches Ackerunkraut betrachtet werden. Es ist, wie sich jedermann leicht überzeugen kann, eine Wiesenpflanze, auf dem Acker dagegen nur eine Abtrünnige, ein Auswanderer und kann mit R i k l i ⁽²¹¹⁾ als «Apophyt», nach N a e g e l i und T h e l l u n g ⁽¹⁷⁷⁾ näher als «Oekiophyt» bezeichnet werden. Der Weissklee

bildet reichlich Samen, die wegen der grossen Widerstandsfähigkeit der Samenschale selbst beim Passieren des Darmkanals der Tiere wenigstens teilweise keimfähig bleiben und mit dem Dünger wieder aufs Wies- und Ackerland gebracht werden, so dass im Ackerboden unter Umständen bedeutende Mengen Weisskleesamen lagern.

5. *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Taraxacum officinale* Weber, *Alchemilla arvensis* (L.) Scop., *Stellaria media* (L.) Vill., *Equisetum arvense* L., *Veronica arvensis* L., und *Vicia sativa* L. fanden sich in 40—50 % aller von uns botanisch untersuchten Getreidefelder. Die grösste Verbreitung der Vertreter dieser Ackerunkrautgruppe finden wir bei *Cirsium arvense* (L.) Scop. mit einer Frequenzzahl von 49,6. Die Ackerdistel ist als ein typisches Wurzelunkraut des Ackers anzusehen und vermehrt und verbreitet sich dauernd auf vegetativem Wege mittelst Wurzeläusläufern und unterirdischen Brutknospen. Ausserdem ist auch die Samenproduktion dieser Art relativ sehr gross.

Bei diesen Regenerationsverhältnissen sind bei *Cirsium arvense* (L.) Scop. die hohe Frequenz und bei der bis metertiefen Lagerung der Wurzeläusläufer im Boden die wenig erfolgreiche Bekämpfung ohne weiteres klargestellt. Das zweite typische Wurzelunkraut dieser Gruppe: *Equisetum arvense* L. erreicht im untersuchten Gebiet eine Frequenzzahl von 44,1 und vermehrt und verbreitet sich auf vegetativem Wege und durch Sporen. *Alchemilla arvensis* (L.) Scop., *Stellaria media* (L.) Vill., *Veronica arvensis* L. und *Vicia sativa* L. sind annuelle bis winterannuelle Samenunkräuter mit Frequenzzahlen von 47,0, 44,5, 43,4 und 43,0, die sich ausschliesslich nur mit Hilfe der Samen verbreiten und vermehren können.

Taraxacum officinale Weber gehört zu den mehrjährigen, bodenständigen Unkräutern mit nicht dauernder vegetativer Vermehrung. Es ist ein *Apophyt* des Kulturlandes. Bei unseren Untersuchungen konnten wir eine Verbreitung mit einer Frequenzzahl von 48,2 berechnen, d. h. *Taraxacum officinale* Weber wurde von uns in beinahe der Hälfte der untersuchten Getreidefelder nachgewiesen. Als mehrjähriges Wiesenunkraut vermehrt sich *Taraxacum officinale* ausgiebig durch Samen wie auch auf vegetativem Wege. So kann *Taraxacum officinale* nicht nur als Wiesenunkraut, sondern auch als *Apophyt* auf dem Ackerland noch eine respektable Verbreitung erreichen und zu einem lästigen Unkraut der Kunstwiesen werden.

Die Dominanzwerte der fünften Frequenzgruppe stehen allgemein relativ tief, d. h. unter Mittel. An der Spitze steht hier, wie anzunehmen ist, *Cirsium arvense* (L.) Scop. mit einem Dominanzwert von 2,3. Gleiche Häufigkeit finden wir auch beim annuellen bis winterannuellen Samenunkraut *Alchemilla arvensis* (L.) Scop. Bei *Alchemilla arvensis* L. als echtem Samenunkraut des Wintergetreides sind die hohe Frequenz und die relativ grosse Häufigkeit nach Wehsarg⁽²⁶⁰⁾ Funktionen der grossen Samenproduktion und hohen Keimfähigkeit und Widerstandskraft der Samen. Trotz seiner relativ weiten Verbreitung und grossen Dominanz bleibt *Alchemilla arvensis* L. seiner Kleinheit wegen im Ackerland oft unbeachtet. Wenn sie auch geringen Schaden verursacht, so muss sie ihrer Frequenz, Dominanz und Bestandestreue wegen als typisches Getreideunkraut der verbesserten Dreifelderwirtschaft angesehen werden. Für die übrigen letztgenannten Samenunkräuter errechneten wir Dominanzwerte von 1,8—1,9. Sie konnten also durchschnittlich in geringerer Häufigkeit festgestellt werden. Bei *Equisetum arvense* L. mit vegetativer und reproduktiver Vermehrung durch Sporen haben wir wieder einen höheren Dominanzwert von 2,1 ermittelt, wie wir im allgemeinen bei den Wurzelunkräutern immer wieder feststellen können.

Alle übrigen von uns in den untersuchten Getreidefeldern des Dreifeldergebietes vorgefundenen und auf Seite 59—64 aufgeführten Ackerunkrautarten weisen Frequenzzahlen unter 40,0 auf, d. h. sie wurden von uns in weniger als $\frac{2}{5}$ aller botanisch analysierten Unkrautbestände vorgefunden. Sie erlangen daher auch als Ackerunkrautarten des ganzen untersuchten Gebietes geringere Bedeutung und können nicht mehr als Hauptunkrautarten des Dreifeldergebietes angesehen werden, so dass es sich erübrigt, hier noch weiter auf die Verbreitung, Häufigkeit und das Vorkommen der Einzelarten einzugehen. Wir verweisen diesbezüglich noch auf die Tabelle Seite 59—64.

Unsere Ackerflora, wie auch die Ruderalflora, bilden eigene Vegetationsformationen (zu deren Entstehung, wie bereits schon eingangs erwähnt worden ist, vornehmlich die Kultur beigetragen hat), die grösstenteils aus fremden Elementen bestehen. Es handelt sich meist um Formen, die systematisch mit Formen südlicher und östlicher Gebiete verwandt sind und auch daher stammen. So schreibt A. Engler⁽⁵⁹⁾ 1876 darüber:

«Wir besitzen in Mitteleuropa keine nahen Verwandten von *Delphinium Consolida* L., *Centaurea Cyanus* L., *Agrostemma Githago* L., *Anagallis arvensis* L., wir finden dieselben aber im Mittelmeergebiet und so können wir, auch mit Rücksicht darauf, dass die genannten Pflanzen fast immer nur auf Acker- und Gartenland wachsen, bestimmt annehmen, dass dieses mit der Getreidekultur weit nach Norden verbreitete Florenelement mediterran ist, denn auch die *Papaver*-Arten, sowie die *Fumaria*-Arten haben die reichste Entwicklung jenseits der Alpen. Gewiss mag ein grosser Teil der Ackerpflanzen, wie die Arten von *Lamium*, *Galeopsis*, *Carduus* schon seit alten Zeiten, bevor die Kultur in Nordeuropa sich ausbreitete, daselbst existiert haben; sie existierten dann wahrscheinlich, wie auch jetzt noch bisweilen, zerstreut an Felsen, auf trockenem Flusskies, am Meeresstrande.»

Gleiche Ansichten vertritt auch Christ in seinem «Pflanzenleben der Schweiz, 1879» und vor Engler schon Oswald Heer in «Pflanzen der Pfahlbauten, 1866» und in «Ueber den Flachs und die Flachskultur im Alterthum, 1872».

Es ist aber anzunehmen, dass auch letztere Arten selten waren und erst durch die Kultur häufiger wurden. Die Kultur schuf ihnen ganz andere, günstigere Vegetationsverhältnisse, so dass sie auch auf fruchtbareren Gebieten den Konkurrenzkampf mit den Wald- und Wiesenpflanzen bestehen und sich vermehren und verbreiten konnten. Durch Abbrennen und Ausrodung der Wälder, durch Auflockerung und Düngung des Bodens wurden durch den Menschen ganz andere Existenzbedingungen geschaffen; und die ursprünglich seltenen Pflanzen konnten sich hier vermehren, verbreiten und sich zu häufigen Ackerunkräutern entwickeln. Indem der Mensch auf seine Wanderungen auch die Samen der Kulturpflanzen mitnahm und in anderen Gebieten wieder aussäte, verschleppte und verbreitete er auch die Ackerunkräuter. Allmählich gesellten sich zu ihnen in den neuen Gebieten noch andere Pflanzen, und es bildeten sich mit der Zeit Pflanzengesellschaften aus [*Agrostemma Githago*- und *Chenopodium polyspermum*-*Polygonum*-Assoziation Braun-Blanquet⁽¹⁵⁾], deren Elemente sehr verschiedenen Ursprungs sind. Ueber die Zeit der Einwanderung werden wir aber im Einzelnen nicht mehr Genaues feststellen können. v. Muralt⁽¹⁷⁴⁾ erwähnt einzelne dieser Ackerpflanzen schon 1715. Besonders ist es

Höck⁽⁹⁴⁾, der sich mit der Herkunft und den Einwanderungsbahnen der Pflanzen beschäftigt hat, deren Vorkommen und Verbreitung in Mitteleuropa direkt oder indirekt dem Einfluss des Menschen zuzuschreiben ist. Man nennt diese Vegetation einschliesslich der Kulturpflanzen das «*anthropophile Element*» und seine Vertreter «*Anthropophyten*».

Wie bereits erwähnt, und worauf auch schon A. Engler⁽⁵⁹⁾ hinweist, setzt sich das *anthropophile Element* aus zwei Hauptgruppen zusammen.

1. Haben wir hier Pflanzen, die durch den Menschen in unsere Gegend gebracht worden sind, die bei uns nicht autochthon sind, also früher nicht wild bei uns vorkamen. Sie wurden vom Menschen absichtlich oder unabsichtlich eingeführt oder verschleppt und von diesem auf dem Acker, auf künstlich geschaffenen Standorten, heimisch gemacht (ausländische Kulturpflanzen oder ausländische Unkräuter). Wir nennen sie nach Rikli⁽²¹¹⁾ «*Anthropochoren*».

2. Sind es Pflanzen, die bei uns ursprünglich schon einheimisch waren, heute aber nicht mehr nur auf natürlichen Standorten anzutreffen sind, sondern auch auf Ackerland und Kunstwiesen übergegangen sind und sich diesen Verhältnissen angepasst haben. Rikli⁽²¹¹⁾ bezeichnet diese als «*Apophyten*». Er betrachtet sie aber als Untergruppe der Anthropochoren, während Naegeli und Thellung⁽¹⁷⁷⁾ diese den ersteren als Hauptgruppe gegenüberstellen. Auch Laus⁽¹⁴⁷⁾ schliesst sich in der genetischen Einteilung der Acker- und Ruderalflora von Mähren Naegeli und Thellung an.

Schon Watson hat in *Cybele Britannica* 1817—1859 und im *Compendium of the Cybele Britannica* 1870 versucht, den Anthropochoren eine Nomenklatur zu geben und sie je nach ihrer Herkunft in Gruppen einzuteilen. In J. Leunis: «*Synopsis der Pflanzenkunde*» (1883) von A. B. Frank hat P. Ascherson Watson's Nomenklatur und Einteilung wiedergegeben und einzeln kurz charakterisiert. P. Ascherson spricht dort mit Watson von

1. Ankömmlingen (Casuals),
2. Einwanderern (Aliens),
3. Ansiedlern (Colonistes),
4. Halbbürgern (Denizens).

Rikli und Naegeli und Thellung gehen in der Einteilung der Anthropophyten weiter. Für uns sind hier folgende drei Gruppen, aus der sich die Ackerunkrautflora vornehmlich zusammensetzt, von Wichtigkeit.

1. *Antropochoren*, durch den Menschen in die Gegend gebracht. Hier interessiert uns besonders die Gruppe der eigentlichen *Archäophyten* auf Kulturland. Sie sind durch unbewusste Vermittlung des Menschen in die Gegend gelangt und bestehen aus ausländischen Unkräutern, die schon seit der prähistorischen Zeit bei uns als *Acker- und Gartenunkräuter* auftreten. Heer⁽⁸⁷⁾ konnte sie teilweise schon in den Pfahlbauten bei uns nachweisen. Sie waren aber ursprünglich bei uns nicht heimisch. Watson nennt diese Gruppe: *Ansiedler* (Colonistes). Von geringerer Bedeutung sind für uns als Unterabteilung die Gartenflüchtlinge oder «*Ergasiophyten*» nach Rikli und seine «*Ephemeren*» oder «*Ephemerophyten*» (Naegeli und Thellung). Es sind dies *Passanten*, *Ankömmlinge* des Kulturlandes bei uns, die nach kurzer Zeit wieder verschwinden. Watson bezeichnet sie als *Ankömmlinge* (Casuals).

2. *Apophyten*. Dazu gehört die autochthone Flora natürlicher Standorte einer Gegend, die im Laufe der Zeit auf die Kulturbestände übergehen. Für uns haben hier nur die Gewächse, die spontan auf künstliche Bestände übergegangen sind, Interesse. Rikli teilt die Apophyten nicht weiter in Untergruppen ein, während hier Naegeli und Thellung «*spontane Apophyten*» (Auswanderer, Abtrünnige) und «*Oekiophyten*» (einheimische Kulturpflanzen) unterscheiden.

3. *Adventivflora*. Darunter versteht man im engeren Sinne des Wortes die Ankömmlinge, die *Ephemeren* (Rikli) oder *Ephemerophyten* (Naegeli und Thellung). Sie sind durch die unbewusste Vermittlung des Menschen in eine Gegend eingeschleppt worden und halten sich nur vorübergehend an dem betreffenden Standort. Erweitern wir den Begriff «Adventivflora», so gehören hieher Riklis *Neophyten* (Neubürger) und *Epökophyten* (Ansiedler). Rikli versteht unter *Neophyten* Arten, die heute *häufig und beständig an natürlichen Standorten* einer Gegend vorkommen und sich mit der einheimischen Flora vergesellschaftet haben. Sie sind

also nicht mehr auf die fortgesetzte Tätigkeit des Menschen angewiesen.

Zu den *Epökophyten* zählt Rikli die in neuerer Zeit aufgetretenen Arten, die auch mehr oder weniger zahlreich eine Gegend besiedeln, aber ganz an die *künstlichen Standorte* gebunden sind. Hierher gehören Watsons *Einwanderer* (Aliens).

Wir teilen die von uns im Dreifeldergebiet gefundenen Ackerunkräuter in Anlehnung an die von Nägeli und Thellung⁽¹⁷⁷⁾ ausgebaute Klassifizierung von Rikli⁽²¹¹⁾ in folgende Gruppen ein:

1. *Archaeophyten*. Durch die unbewusste Vermittlung des Menschen schon seit prähistorischer Zeit bei uns ständig auftretende, ursprünglich jedoch bei uns nirgends wildwachsende Ackerunkräuter (*Altunkräuter*). In dieser Gruppe führen wir alle Unkräuter auf, deren Samen nach den Untersuchungen und Zusammenstellungen von Neuweiler^(179 bis 187) in prähistorischen Fundschichten festgestellt worden sind (in der nachfolgenden Zusammenstellung mit ! gekennzeichnet). Ausserdem fügen wir noch einige weitere Arten an, die wir nach ihrer systematischen Stellung oder nach ihrem ökologischen Verhalten (Nichtübergehen in andere Bestände) als Archaeophyten betrachten müssen.

2. *Spontane Apophyten*. Ursprünglich wild in unserem Gebiet an natürlichen Standorten vorkommend und erst später in die Aecker übergehend (*Abtrünnige*).

3. *Ergasiophygophyten*. Ausländische Kulturpflanzen (einschliesslich Heil- und Zierpflanzen), die ohne die Absicht des Menschen auf den Acker gelangt und damit verwildert sind (*Kulturflüchtlinge*).

4. *Epökophyten*. In neuerer Zeit im Gebiet aufgetreten, mehr oder weniger zahlreich, aber an künstliche Standorte (Acker-Oedland) gebunden (*Ansiedler*).

5. *Ephemerophyten*. Nur vereinzelt und vorübergehend auftretende Ackerunkräuter (*Ankömmlinge*).

Wir fügen auch einige Arten an, die im Dreifeldergebiet noch nicht gefunden worden sind, jedoch in den Untersuchungen von Volkart⁽²⁵¹⁾ festgestellt wurden. Unsichere Einreihungen sind mit (?) bezeichnet.

Auf Grund obiger Betrachtungen lassen sich die bei uns gefundenen Ackerunkräuter in die eben besprochenen Gruppen einteilen:

1. Archaeophyten

1. *Setaria glauca* (L.) Pal.
2. *Setaria viridis* (L.) Pal.!
3. *Alopecurus agrestis* L.
4. *Agrostis Spica venti* L.
5. *Avena fatua* L. (v. Volkart gefunden)!
6. *Cynosurus echinatus* L. (v. Volkart gefunden)
7. *Bromus sterilis* L.
8. *Bromus secalinus* L.!
9. *Bromus hordeaceus* L.!
10. *Lolium temulentum* L. (v. Volkart gefunden)
11. *Agropyron repens* (L.) Pal.!
12. *Polygonum aviculare* L.!
13. *Polygonum Persicaria* L.!
14. *Polygonum lapathifolium* L. em. Koch!
15. *Polygonum minus* Hudson!
16. *Polygonum mite* Schrank
17. *Polygonum Hydropiper* L.!
18. *Polygonum Convolvulus* L.!
19. *Chenopodium polyspermum* L.!
20. *Chenopodium album* L.!
21. *Atriplex patulum* L.!
22. *Agrostemma Githago* L.!
23. *Melandrium alb.* (Miller) Garcke!
24. *Gypsophila muralis* L.
25. *Vaccaria pyramidata* Medikus!
26. *Stellaria media* (L.) Vill.!
27. *Stellaria graminea* L.!
28. *Arenaria serpyllifolia* L.!
29. *Spergula arvensis* L.!
30. *Scleranthus annuus* L.
31. *Delphinium Consolida* L.
32. *Ranunculus arvensis* L.
33. *Papaver Argemone* L.
34. *Papaver Rhoeas* L.
35. *Papaver dubium* L.
36. *Fumaria officinalis* L.!
37. *Thlaspi arvense* L.!
38. *Thlaspi perfoliatum* L.
39. *Sinapis arvensis* L.!
40. *Raphanus Raphanistrum* L.
41. *Capsella Bursa pastoris* (L.) Medikus
42. *Erophila verna* (L.) E. Meyer
43. *Arabidopsis Thaliana* (L.) Heynh.
44. *Alchemilla arvensis* (L.) Scop.
45. *Medicago lupulina* L.!
46. *Trifolium arvense* L.
47. *Trifolium dubium* Sibth.
48. *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray!
49. *Vicia tetrasperma* (L.) Mönch!
50. *Geranium dissectum* L.
51. *Euphorbia platyphyllos* L.!
52. *Euphorbia Helioscopia* L.!
53. *Euphorbia exigua* L.
54. *Euphorbia Peplus* L.
55. *Viola tricolor* L.!
56. *Scandix Pecten Veneris* L.
57. *Caucalis daucoides* L.
58. *Falcaria vulgaris* Bernh.
59. *Aethusa Cynapius* L.!
60. *Anagallis arvensis* L.!
61. *Convolvulus arvensis* L.
62. *Lycopsis arvensis* L.
63. *Myosotis arvensis* (L.) Hill!
64. *Lythospermum arvense* L.
65. *Galeopsis Tetrahit* L.!
66. *Lamium amplexicaule* L.
67. *Lamium purpureum* L.!
68. *Stachys annuus* L.!
69. *Mentha arvensis* L.!
70. *Linaria spuria* (L.) Miller
71. *Linaria Elatine* (L.) Miller
72. *Veronica arvensis* L.
73. *Veronica polita* Fries
74. *Veronica agrestis* L.
75. *Veronica hederifolia* L.
76. *Melampyrum arvense* L. sens. strict.!
77. *Euphrasia Odontites* L. sens. strict.
78. *Rhinanthus Alectorolophus* (Scop.) Pollich sens. strict. (?)
79. *Sherardia arvensis* L.!
80. *Galium tricorne* Stokes
81. *Galium Aparine* L.!
82. *Galium Vaillantii* DC.
83. *Valerianella olitoria* (L.) Poll.!
84. *Valerianella rimosa* Bastard!
85. *Valerianella dentata* (L.) Poll.
86. *Legousia Speculum Veneris* (L.) Fischer
87. *Centaurea Cyanus* L.!
88. *Lapsana communis* L.!
89. *Sonchus oleraceus* L. em. Gouan!
90. *Sonchus asper* (L.) Hill
91. *Sonchus arvensis* L.

2. Spontane Apophyten

1. *Equisetum arvense* L.
2. *Phleum pratense* L.
3. *Agrostis alba* L.
4. *Agrostis capillaris* L.
5. *Holcus lanatus* L.
6. *Holcus mollis* L.
7. *Avena elatior* L. var. *tuberosa*
Aschers.
8. *Phragmites communis* Trin.
9. *Dactylis glomerata* L.
10. *Poa annua* L.
11. *Poa trivialis* L.
12. *Poa pratensis* L.
13. *Festuca rubra* L.
14. *Lolium perenne* L.
15. *Juncus bufonius* L.
16. *Gagea pratensis* (Pers.)
Dumort.
17. *Ornithogalum umbellatum* L.
18. *Muscari racemosum* (L.) Lam.
u. DC.
19. *Rumex obtusifolius* L. (! auch
prähistorisch gefunden)
20. *Polygonum amphibium* L.
21. *Silena vulgaris* L.
22. *Cerastium glomeratum* Thuill.
23. *Cerastium caespitosum* Gilib.
24. *Cerastium arvense* L.
25. *Sagina procumbens* L.
26. *Ranunculus Ficaria* L.
27. *Ranunculus bulbosus* L.
28. *Ranunculus repens* L. (! auch viel-
fach prähistorisch gefunden)
29. *Saxifraga tridactylites* L.
30. *Potentilla reptans* L.
31. *Potentilla anserina* L.
32. *Sanguisorba minor* Scop.
33. *Ononis repens* L.
34. *Melilotus officinalis* (L.) Lam.
35. *Trifolium pratense* L.
36. *Trifolium repens* L.
37. *Lotus uliginosus* Schkuhr
38. *Lotus corniculatus* L.
39. *Vicia Cracca* L. (! auch prä-
historisch gefunden)
40. *Vicia sepium* L.
41. *Lathyrus tuberosus* L.
42. *Lathyrus pratensis* L.
43. *Hypericum humifusum* L.
44. *Hypericum perforatum* L.
45. *Chaerophyllum silvestre* (L.)
Schinz u. Thellung
46. *Aegopodium Podagraria* L.
47. *Pastinaca sativa* L.
48. *Heracleum Sphondylium* L.
49. *Daucus Carota* L. (! auch prä-
historisch gefunden)
50. *Lysimachia Nummularia* L.
51. *Centunculus minimus* L.
52. *Convolvulus sepium* L.
53. *Symphytum officinale* L.
54. *Verbena officinalis* L.
55. *Ajuga reptans* L. (! auch prä-
historisch gefunden)
56. *Glechoma hederaceum* L.
57. *Prunella vulgaris* L.
58. *Salvia pratensis* L.
59. *Veronica Chamaedrys* L.
60. *Veronica serpyllifolia* L.
61. *Plantago media* L.
62. *Plantago major* L.
63. *Plantago lanceolata* L.
64. *Galium Mollugo* L.
65. *Sambucus Ebulus* L.
66. *Knautia arvensis* (L.) Duby
67. *Campanula Rapunculus* L.
68. *Campanula patula* L.
69. *Campanula rapunculoides* L.
70. *Bellis perennis* L.
71. *Gnaphalium uliginosum* L.
72. *Achillea Millefolium* L.
73. *Chrysanthemum Leucanthemum* L.
(! auch prähistorisch gefunden)
74. *Tussilago Farfara* L.
75. *Senecio vulgaris* L. (?)
76. *Carduus nutans* L.
77. *Cirsium arvense* (L.) Scop.
(! auch prähistorisch gefunden)
78. *Centaurea Jacea* L.
79. *Centaurea Scabiosa* L.
80. *Cichorium Intybus* L.
81. *Hypochoeris radicata* L.
82. *Leontodon autumnalis* L.
83. *Picris hieracioides* L.
84. *Tragopogon pratensis* L.
85. *Taraxacum officinale* Weber
(! auch prähistorisch gefunden)
86. *Crepis biennis* L.
87. *Crepis capillaris* (L.) Wallr.

3. Ergasiophyten

1. *Lolium italicum* A. Br.
2. *Allium sativum* L.
3. *Medicago sativa* L.
4. *Trifolium hybridum* L.
5. *Vicia sativa* L.
6. *Malva neglecta* Wallr.
7. *Solanum nigrum* L. em. Miller (?)
8. *Veronica Tournefortii* Gmelin
9. *Matricaria Chamomilla* L.
(! auch prähistorisch gefunden)

4. Epökophyten

1. *Chenopodium glaucum* L.
2. *Oxalis stricta* L.
3. *Mercurialis annua* L.
4. *Linaria minor* (L.) Desf. (?)
5. *Galinsoga parviflora* Cav.
6. *Artemisia Verlotorum* Lamotte
(v. Volkart gefunden)

5. Ephemerophyten

1. *Phleum paniculatum* Hudson
2. *Erysimum cheiranthoides* L.
3. *Vicia villosa* Roth
4. *Vicia pannonica* Crantz var. *purpurascens* (DC.)
5. *Bifora radians* Marsch.-Bieb.

Einzelne hier als *Archaeophyten* aufgezählte Arten finden sich auch als Hecken- und Ruderalpflanzen und selbst in Wiesenformationen, so z. B. *Vicia hirsuta*, *Galium Aparine* u. a. Es muss unentschieden bleiben, ob sie ursprünglich autochthone Arten sind, die erst nachträglich auf den Acker übergingen [vgl. Braun-Blanquet und Rübél⁽¹⁵⁾ zu *Vicia hirsuta*], oder umgekehrt als Ackerflüchtlinge erst sekundär an diesen Standorten auftreten. Ueberhaupt kann die vorliegende Uebersicht nur als ein Versuch der Gruppierung unserer Ackerunkräuter nach ihrer Herkunft betrachtet werden. Die Einteilung kann auch nicht vollständig mit der anderer Autoren [vgl. Jessen und Lind⁽¹⁰⁶⁾ und Laus⁽¹⁴⁷⁾] übereinstimmen, da manche Arten, die bei uns dank der eingehenden Untersuchungen Neuweilers^(179 bis 187) als sicher prähistorisch nachgewiesen sind, in nördliche und östliche Länder erst in historischer Zeit vorgezogen sein können.

2. Die Standortbedingungen für das Vorkommen und die Verbreitung der Ackerunkräuter des untersuchten Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft

Die Forschungsergebnisse der Pflanzengeographie zeigen uns, dass die Besiedelung des Festlandes mit den einzelnen Pflanzenarten von einem oder mehreren Entstehungs- oder Schöpfungszentren aus erfolgt sein muss. Die näheren Gründe dieser Tatsachen sind auch für die heutige Wissenschaft mehr oder weniger in Dunkel gehüllt. Von diesem Entstehungszentrum, oder der Heimat der einzelnen Pflanzenarten aus erfolgte eine kontinuierliche Besitzergreifung, Ausfüllung und Erweiterung des Areals der einzelnen Pflanzenarten, Vorgänge, die in vorhistorischer Zeit begannen, sich noch heute fortsetzen und auch in Zukunft andauern werden; denn nichts ist hier beständiger als der Wechsel. Und dennoch ist das Lebensareal jeder Pflanze im engeren oder weiteren Sinne des Wortes begrenzt. Die Grenzen werden von der Natur gezogen und können nur durch das Eingreifen des Menschen von der Einzelart überschritten werden.

Die Naturgrenze jeder Pflanzenart wird bedingt:

1. durch die Gestaltung und Stellung des Festlandes zum Meere,
2. durch das Klima.

Hierin erscheint vielleicht für die einzelne Pflanzenart keine natürliche Lebensgrenze zu bestehen. Die natürliche Auslese hat meistens in dieser Beziehung aus der Einzelart im Laufe von Generationen eine Reihe von Formen gestaltet und die Lebensareale der Pflanze vom und nach dem Aequator erweitert. Aber die mögliche Grenze kann doch nur jede Art unter dem schützenden Einfluss des Menschen erreichen. Wird sie sich selbst überlassen, so wird ihre Lebensgrenze vom Kampf ums Dasein schon dort gezogen, wo die klimatischen Bedingungen für einheimische Gewächse günstigere sind, und diese Grenze liegt in den meisten Fällen weit hinter der möglichen. Die Eindringlinge der Pflanzenarten werden von den einheimischen verdrängt, und das Klima bedingt so doch eine natürliche Lebensgrenze.

Der Grad der Ausfüllung des Lebensareals einer Pflanzenart ist wieder die Funktion des Klimas innerhalb des entsprechenden Areals. Je ausgeglichener dieses ist, und je ausgeglichener die topo-

graphische Gestaltung des Festlandes innerhalb dieses Lebensbezirkes der Einzelart ist, um so intensiver gestaltet sich die Besiedlung des Gebietes durch die Art. Daneben darf aber auch die Bedeutung der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens bei Betrachtung der Besiedlungsintensität des Lebensareals der Einzelart keineswegs übergangen werden. Die Pflanzenarten erfüllen das Gebiet soweit, als nicht andere Arten, welchen die lokalen gegebenen Bodenverhältnisse um ein Minimum günstiger sind, die Eindringlinge verdrängen; und an andern Stellen gedeihen sie auch wieder nur unter der schützenden Obhut des Menschen, indem er ihre Feinde, das Unkraut, beseitigt. Das Verbreitungsgebiet einer Pflanze ist also das Produkt des Klimas, des Bodens und der kulturellen Massnahmen des Menschen.

Hoffmanns⁽⁹⁶⁾ Satz: Es gibt eigentlich keine einzige Pflanze, deren Areal wissenschaftlich verstanden ist, finden wir auch heute noch, zum Teil wenigstens, als richtig und möchten ihn dem heutigen Stand der Wissenschaft durch die Ergänzung «restlos verstanden ist» anpassen. Wenn man aber daraus nun schliessen wollte, dass es überhaupt in Zukunft wertlos sei, statistisches Material bezüglich dieser oder jener Pflanzenart zu sammeln und auszuwerten, so ist dies nicht richtig. Jede Gegend erhält erst durch die Besonderheit ihrer Vegetation einen bestimmten Charakter. Der Charakter der Gegend vermag uns aber noch keineswegs die Eigentümlichkeit der Flora in genügend wissenschaftlicher Weise zu erklären. Solches statistisches Material erhält vielleicht später, wenn die Beziehungen zwischen Pflanze, Boden, Klima und auch Kultur wissenschaftlich weiter aufgeklärt worden sind, seinen Wert. Das Vorkommen oder Fehlen dieser oder jener Pflanze in dieser oder jener Gegend wird uns dann den Schlüssel zum Verständnis der Natur dieses Ortes liefern, vielleicht besser als chemische, physikalische Bodenuntersuchung, meteorologische Beobachtungen und Untersuchungen über die petrographische Unterlage und die Kulturmassnahmen.

Der Forscher wird bei der einfachen Feststellung von Tatsachen nicht stehen bleiben. Er sucht nach den Gründen, weshalb alle diese Beziehungen so sind, wie sie sind; denn jede Naturwissenschaft ist die kausale Erklärung beobachteter Naturzusammenhänge. Auch uns zwingt das verschiedene Vorkommen und die verschie-

dene Verbreitung der Ackerunkräuter der untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz — wie aus dem vorherigen Abschnitt hervorgeht — die gemachten Beobachtungen zu ergänzen und nach ihren Ursachen zu forschen. Ackerbau, Boden und Klima sind die drei Gesichtspunkte, welche uns hier leiten müssen.

a) EINFLUSS DER KULTURART UND DER FRUCHTFOLGE

Auf Seite 389 der «Ackerbaulehre» von R ö m e r und S c h e f f e r lesen wir: «Gegenüber manchen Unkräutern haben wir in der Auswahl der anzubauenden Frucht und in deren Reihenfolge die wirksamste Waffe». Aus dieser bekannten Tatsache folgt logischerweise, dass, wenn einerseits durch die Auswahl einer entsprechenden anzubauenden Frucht oder Kulturart gewisse Unkräuter bekämpft werden können, andererseits auch wieder bestimmte Kulturarten das Vorkommen und Gedeihen mancher Unkrautarten begünstigen müssen. Die den Ackerunkräutern eigene Anpassungsfähigkeit ermöglicht es ihnen, die für sie auf dem Ackerfeld herrschenden günstigen Lebensbedingungen auszunützen. Diese Lebensbedingungen der einzelnen Ackerunkrautarten sind in den verschiedenen Kulturarten in verschiedenem Masse zu finden, so dass zwischen bestimmten Kulturpflanzen und gewissen Ackerunkräutern tatsächlich eine bestimmte Lebensgemeinschaft herrschen muss. Die diese Lebensgemeinschaft bedingenden Lebensbedingungen liegen nicht allein bei der Kulturpflanze, d. h. bei ihrem Entwicklungsrhythmus und ihren Lebensansprüchen, sondern auch in der ihr eigenen Pflege, Bodenbearbeitung, Nutzungsart, Bodenverhältnissen, klimatischen Umweltfaktoren und weiteren kulturtechnischen Massnahmen begründet.

Bei genauer Beobachtung des Ackerlandes kann tatsächlich festgestellt werden, dass bestimmte Unkrautarten in bestimmten Kulturpflanzenbeständen stärker auftreten und üppiger gedeihen als in andern Kulturarten. So findet sich *Avena fatua* L. normalerweise nicht in Wintergerste und Winterroggen, wohl aber in Winterweizen und Sommergetreide. *Sinapis arvensis* L., *Raphanus Raphanistrum* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop. erscheinen gewöhnlich

nicht in Rotklee und Luzerne, dagegen in Sommergetreide und Hackfrüchten. *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray und *Agrostemma Githago* L. finden wir vorwiegend im Winterroggen; *Papaver Rhoeas* L. im allgemeinen im Winterweizen und in Wintergerste. Eine besonders enge Lebensgemeinschaft kann stets zwischen *Linum usitatissimum* L. einerseits und *Camelina Alyssum* (Miller) Thellung und *Lolium remotum* L. andererseits nachgewiesen werden.

Durch statistische Auswertung unserer botanischen Aufnahmen wollen wir untersuchen, wie sich diese Verhältnisse bei uns gestalten, d. h. ob und inwieweit Vergesellschaftung zwischen Kulturpflanzen und Unkrautarten in den von uns untersuchten Gebieten der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz festgestellt werden kann. Darüber wird uns die hier folgende Tabelle orientieren.

Die zweite weitere Tabelle soll uns ferner noch Aufschluss geben über den *Einfluss der Fruchtfolge* auf das Vorkommen und Gedeihen und auf die Lebensgemeinschaft der einzelnen Ackerunkrautarten mit den Kulturpflanzen. Grosse Unterschiede können sich hierin nicht zeigen, weil die Fruchtfolge der Dreifelderwirtschaft im Prinzip überall dieselbe ist, und weil gerade die Fruchtfolge das Charakteristikum der Dreifelderwirtschaft darstellt. Es gibt aber doch Gebiete der untersuchten Gegenden der schweizerischen Dreifelderwirtschaft, wo eine kleine Abweichung in der Fruchtfolge feststellbar ist. In gewissen Gegenden, namentlich des Kantons Schaffhausen, wie z. B. in Büttenhardt und z. T. in Ramsen, Gennersbrunn und im Klettgau, haben wir heute noch die alte Fruchtfolge der Dreifelderwirtschaft: Wintergetreide, Sommergetreide. Hier wurde das Sommergetreide, ursprünglich Hafer, heute meist Sommergerste, nicht durch Winterroggen verdrängt. Wir können also im untersuchten Gebiet, wie wir bereits im ersten Abschnitt erwähnt haben, mit Volkart⁽²⁹⁸⁾ die zwei Varianten der Fruchtfolge: *Roggenfruchtfolge* und *Sommerfruchtfolge* unterscheiden. Es erscheint nun hier von Interesse zu sein, an dieser Variation der Fruchtfolge der Dreifelderwirtschaft festzustellen, ob und wie weit ein Einfluss der Fruchtfolge auf die Ackerunkrautflora besteht.

Vergesellschaftungsgrad der häufigsten Ackerunkrautarten und der Kulturpflanzen
der untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Name der Art:	Ergebnisse Volkarts (251)					
	Winter- gerste Frequenz- zahl	Winter- roggen Frequenz- zahl	Winter- weizen Frequenz- zahl	Winter- getreide Frequenz- zahl	Sommer- getreide Frequenz- zahl	Sommer- getreide Frequenz- zahl
1. Equisetum arvense L. . .	26,3	48,3	47,6	44,2	44,8	36,0
2. Alopecurus agrestis L. . .	31,5	49,4	32,7	39,3	20,7	—
3. Agrostis Spica venti L. . .	44,7	67,0	54,0	58,3	31,2	3,0
4. Agrostis alba L.	26,3	31,8	43,9	36,8	44,8	—
5. Poa trivialis L.	78,9	81,3	82,3	81,0	51,7	8,9
6. Agropyron repens (L.) Pal.	5,2	9,9	32,7	19,4	6,9	9,6
7. Polygonum aviculare L. . .	68,4	70,3	89,8	79,0	69,0	52,0
8. Polygonum Persicaria L. . .	5,2	8,8	30,8	18,6	24,1	42,0
9. Polygonum Convolvulus L.	68,4	66,0	88,0	76,5	79,0	66,0
10. Chenopodium polysper. L.	13,1	11,0	24,3	18,2	31,2	—
11. Chenopodium album L. . .	57,9	40,6	74,0	58,3	89,6	40,0
12. Agrostemma Githago L. . .	2,6	20,9	6,5	11,1	3,4	36,0
13. Stellaria media (L.) Vill.	60,5	36,2	46,8	44,8	44,8	42,0
14. Sagina procumbens L. . .	21,0	19,8	17,8	19,8	20,7	—
15. Ranunculus arvensis L. . .	39,4	45,1	34,6	39,3	3,4	—
16. Ranunculus repens L. . .	63,1	80,2	86,0	80,6	65,5	13,0
17. Papaver Rhoeas L.	84,2	68,2	50,5	68,8	55,2	—
18. Thlaspi arvense L.	2,6	4,4	28,1	14,5	17,2	—
19. Sinapis arvensis L.	7,8	13,2	27,1	18,2	24,1	15,0
20. Raphanus Raphanistr. L. . .	5,2	12,1	17,8	13,6	20,7	6,0
21. Capsella Bursa past. (L.) Med.	34,2	18,7	36,5	28,5	41,4	27,0
22. Arabidops. Thal. (L.) Heynh.	39,4	13,2	10,3	15,7	6,9	31,0
23. Alchemilla arvensis L. . .	60,5	71,5	29,9	50,9	17,2	—
24. Trifolium pratense L. . . .	15,8	33,0	32,7	31,0	34,5	23,0
25. Trifolium repens L.	68,4	60,5	60,9	62,0	44,8	33,0
26. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	57,9	73,7	37,4	55,8	44,8	5,0
27. Vicia tetrasp. (L.) Mönch	21,0	24,2	30,9	27,3	20,7	—
28. Euphorbia Helioscopia L. . .	18,4	8,8	12,1	12,0	34,5	26,0
29. Euphorbia exigua L.	23,6	22,0	51,4	35,6	51,7	—
30. Viola tricolor L.	86,8	73,7	72,0	74,5	72,4	63,0

Name der Art:	Ergebnisse Volkarts (251)						
	Winter- gerste Frequenz- zahl	Winter- roggen Frequenz- zahl	Winter- weizen Frequenz- zahl	Winter- getreide Frequenz- zahl	Sommer- getreide Frequenz- zahl	Winter- getreide Frequenz- zahl	Sommer- getreide Frequenz- zahl
31. Anagallis ar. L. ssp. phoenicea (Scop.) Sch. u. K. . .	39,4	41,8	66,4	52,9	62,1	4,1	8,2
32. Anagallis ar. L. ssp. coerulea (Schreber) Sch. u. K. . .	7,8	16,5	25,2	19,8	24,5	}	38,0
33. Convolvulus arvensis L. . .	47,3	62,6	77,5	67,0	82,8		79,0
34. Myosotis arvensis (L.) Hill . . .	89,3	91,2	79,5	85,5	69,0	66,0	83,0
35. Galeopsis Tetrahit L. . .	39,4	17,6	29,0	26,9	10,3	75,0	—
36. Lamium purpureum L. . .	18,4	15,4	30,9	23,1	34,5	—	27,0
37. Mentha arvensis L. . .	7,8	9,9	11,2	11,6	10,3	22,0	4,0
38. Veronica arvensis L. . .	60,5	59,4	29,0	41,3	27,6	49,0	4,8
39. Veronica Tournefortii Gmelin	65,8	49,5	58,0	55,4	48,3	6,8	—
40. Veronica hederifolia L. . .	15,8	11,0	5,6	9,1	—	—	—
41. Melampyrum arvense L. sens. strict.	2,6	3,3	2,8	2,9	—	—	—
42. Euphrasia Odontites L. sens. strict.	2,6	6,6	8,4	7,0	3,4	68,0	1,0
43. Rhinanthus Alectorolophus (Scop.) Pollich sens. strict.	7,8	12,1	4,7	8,2	—	—	—
44. Sherardia arvensis L. . .	21,0	23,1	36,5	29,0	34,5	16,4	11,6
45. Galium Aparine L. . . .	84,2	80,3	56,2	70,2	58,6	1,4	12,3
46. Valerianella olit. (L.) Poll.	36,8	42,9	18,7	31,0	6,5	—	—
47. Legousia Speculum Veneris (L.) Fischer	7,8	20,9	11,2	14,5	27,6	—	—
48. Achillea Millefolium L. . .	13,1	18,7	28,1	22,3	13,8	33,0	32,0
49. Matricaria Chamomilla L. . .	15,8	27,5	28,1	26,5	31,2	—	—
50. Chrysanth. Leucanth. L. . .	7,8	6,6	19,6	12,8	17,2	—	7,5
51. Cirsium arvense (L.) Scop.	31,5	56,1	49,6	49,6	51,7	7,0	22,0
52. Centaurea Cyanus L. . . .	15,8	18,7	18,7	18,2	3,4	—	—
53. Taraxacum officin. Weber	18,4	41,8	63,6	48,8	6,9	20,0	16,0
54. Sonchus oler. L. em. Gouan	—	1,1	8,4	4,5	82,8	6,8	6,1
55. Sonchus asper (L.) Hill . .	28,9	36,3	75,7	53,3	10,3	16,0	9,0
56. Sonchus arvensis L. . . .	7,8	13,2	25,2	18,5	3,4	1,4	16,4
Gesamtzahl der Aufnahmen	38	91	113	242	29	73	146

Name der Art:	Roggenfruchtfolge				Sommerfruchtfolge			
	Getreide im Gesamten		Winterweizen		Getreide im Gesamten		Winterweizen	
	Frequenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Frequenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Frequenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Frequenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel
Gesamtzahl der Aufnahmen	221	100	80	100	50	100	27	100
1. Equisetum arvense L.	96	43,3	37	46,3	24	48,0	14	52,0
2. Alopecurus agrestis L.	91	41,0	28	35,0	10	20,0	7	25,9
3. Agrostis Spica venti L.	126	56,8	45	56,3	24	48,0	13	48,1
4. Agrostis alba L.	78	35,1	31	38,7	24	48,0	16	59,3
5. Poa trivialis L.	179	80,7	67	83,8	34	68,0	21	77,8
6. Poa pratensis L.	15	6,7	6	7,5	4	8,0	2	7,4
7. Agropyron repens (L.) Pal.	39	17,6	29	36,2	10	20,0	6	22,2
8. Juncus bufonius L.	15	6,7	8	10,0	—	—	—	—
9. Ornithogalum umbellatum L.	12	5,4	—	—	—	—	—	—
10. Rumex obtusifolius L.	62	27,9	32	40,0	14	28,0	10	37,0
11. Rumex Acetosella L.	12	5,4	5	6,3	3	6,0	3	11,1
12. Polygonum aviculare L.	174	78,4	74	92,5	37	74,0	22	81,5
13. Polygonum Persicaria L.	36	16,2	19	23,7	16	32,0	14	51,8
14. Polygonum mite Schrank	69	31,1	35	43,8	20	40,0	9	33,3
15. Polygonum Hydropiper L.	23	10,4	11	13,7	3	6,0	1	3,7
16. Polygonum Convolverus L.	167	75,2	70	87,5	41	82,0	24	88,9
17. Chenopodium polyspermum L.	42	18,9	20	25,0	11	22,0	6	22,2
18. Chenopodium album L.	130	58,6	59	73,8	37	74,0	20	74,1
19. Atriplex patulum L.	42	18,9	26	32,5	13	26,0	8	29,6
20. Agrostemma Githago L.	24	10,8	5	6,3	4	8,0	2	7,4
21. Melandrium album (Miller) Garcke	10	4,5	5	6,3	2,0	4,0	1,5	5,4
22. Stellaria media (L.) Vill.	91	41,0	32	40,0	19	38,0	18	66,7
23. Stellaria graminea L.	19	8,6	4	5,0	1	2,0	1,0	3,7
24. Cerastium glomeratum Thuill.	82	37,0	22	27,5	11	22,0	7	25,9
25. Cerastium caespitosum Gilib.	41	18,5	16	20,0	1,3	2,6	1,5	5,4
26. Sagina procumbens L.	50	22,5	16	20,0	1,8	3,6	3	11,1
27. Arenaria serpyllifolia L.	55	24,8	15	18,8	1,6	3,2	1,5	5,4
28. Ranunculus arvensis L.	87	39,2	31	38,7	2,5	5,0	6	22,2
29. Ranunculus repens L.	180	81,1	73	91,3	3,0	6,0	19	70,4
30. Papaver Rhoeas L.	137	61,7	39	48,8	2,3	4,6	15	55,5

Name der Art:	Roggenfruchtfolge				Sommerfruchtfolge			
	Getreide im Gesamten		Winterweizen		Getreide im Gesamten		Winterweizen	
	Frequenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Frequenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl
31. Fumaria officinalis L.	16	1,7	7,2	8	3	6,0	1,8	—
32. Thlaspi arvense L.	31	13,9	1,7	25	9	18,0	1,7	5
33. Sinapis arvensis L.	36	16,2	1,5	18	15	30,0	2,0	11
34. Raphanus Raphanistrum L.	29	13,1	2,0	13	10	20,0	1,6	6
35. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus	57	25,7	1,8	27	24	48,0	1,8	12
36. Erophila verna (L.) E. Meyer	23	10,4	1,5	2	—	—	—	—
37. Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.	35	15,8	1,7	9	5	10,0	1,4	2
38. Alchemilla arvensis (L.) Scop.	114	51,4	2,5	26	14	28,0	2,1	6
39. Medicago lupulina L.	25	11,3	1,5	15	2	4,0	1,3	2
40. Trifolium pratense L.	75	33,8	2,0	32	10	20,0	2,5	3
41. Trifolium repens L.	130	58,6	2,0	46	33	66,0	1,8	19
42. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	129	58,1	3,0	32	19	38,0	2,4	8
43. Vicia tetrasperma (L.) Mönch	62	27,9	2,0	28	10	20,0	1,7	5
44. Vicia sativa L.	93	41,9	1,9	28	24	48,0	1,7	13
45. Geranium dissectum L.	24	10,8	1,4	8	4	8,0	1,4	2
46. Euphorbia Helioscopia L.	26	11,7	1,3	7	13	26,0	1,7	6
47. Euphorbia exigua L.	76	34,2	1,9	38	25	50,0	1,9	17
48. Viola tricolor L.	162	73,0	2,0	56	70	78,0	1,9	21
49. Aethusa Cynapium L.	16	7,2	2,1	11	6	12,0	2,0	3
50. Daucus Carota L.	19	8,6	1,7	12	7	14,0	1,6	6
51. Anagallis arvensis L. ssp. phoenicea (Scop.) Schinz u. Keller	120	54,1	1,9	57	26	52,0	2,1	14
52. Anagallis arvensis L. ssp. coerulea (Schreber) Schinz u. Keller	34	15,3	1,9	15	21	42,0	2,0	12
53. Convulvulus arvensis L.	147	66,2	2,6	56	39	78,0	2,6	27
54. Myosotis arvensis (L.) Hill	192	86,5	2,2	67	35	70,0	1,9	18
55. Lithospermum arvense L.	40	18,0	2,1	7	5	10,0	2,0	2
56. Prunella vulgaris L.	38	17,1	1,8	20	9	18,0	1,9	7
57. Galeopsis Tetrabit L.	65	29,3	2,4	30	3	6,0	1,8	1
58. Lamium purpureum L.	45	20,2	1,5	22	21	42,0	1,7	11
59. Mentha arvensis L.	25	11,3	2,3	8	6	12,0	2,1	4
60. Veronica arvensis L.	106	47,8	1,9	24	12	24,0	1,7	7

Name der Art:	Roggenfruchtfolge						Sommerfruchtfolge					
	Getreide im Gesamten			Winterweizen			Getreide im Gesamten			Winterweizen		
	Fre- quenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Fre- quenz- zahl Funde	Fre- quenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Fre- quenz Zahl der Funde	Fre- quenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Fre- quenz- zahl Funde	Fre- quenz Zahl der Funde	Domi- nanz- mittel	Fre- quenz Zahl der Funde
61. Veronica Tournefortii Gmelin	115	51,8	1,8	42	52,5	1,9	38	66,0	2,0	20	74,1	1,8
62. Veronica agrestis L.	17	7,7	1,3	7	8,8	1,4	5	10,0	1,3	4	14,8	1,4
63. Veronica hederifolia L.	21	9,5	2,2	5	6,3	2,2	1	2,0	1,0	1	3,7	1,0
64. Euphrasia Odontites L. sens. strict.	13	5,9	1,6	6	7,5	1,5	5	10,0	1,2	3	11,1	1,2
65. Rhinanthus Alectorolophus (Scop.) Pol- lich sens. strict.	20	9,0	2,0	5	6,3	1,5	—	—	—	—	—	—
66. Plantago major L.	73	32,9	2,0	40	50,0	1,9	25	50,0	2,0	18	66,7	2,3
67. Plantago lanceolata L.	22	9,9	1,5	16	20,0	1,6	4	8,0	1,8	2	7,4	2,0
68. Sherardia arvensis L.	51	23,0	1,8	22	27,5	1,9	29	58,0	2,0	17	63,0	2,0
69. Galium Aparine L.	156	70,0	2,2	49	61,3	1,9	31	62,0	2,1	11	40,7	2,1
70. Galium Vallantii DC.	11	4,9	1,5	4	5,0	1,4	2	4,0	1,3	2	7,4	1,3
71. Galium Mollugo L.	21	9,5	1,7	9	11,3	1,7	3	6,0	1,5	—	—	—
72. Valerianella oltoria (L.) Pollich	71	32,0	1,8	17	21,2	1,6	6	12,0	1,7	3	11,1	1,3
73. Valerianella dentata (L.) Pollich	14	6,3	1,6	5	6,3	1,5	11	22,0	1,5	7	23,9	1,5
74. Knautia arvensis (L.) Duby	17	7,6	1,4	10	12,5	1,5	3	6,0	1,3	3	11,1	1,3
75. Legousia Speculum Veneris (L.) Fischer	34	15,3	1,8	8	10,0	1,5	9	18,0	2,1	4	14,8	2,1
76. Gnaphalium uliginosum L.	14	6,3	1,8	5	6,3	1,9	1	2,0	1,0	1	3,7	1,0
77. Achillea Millefolium L.	46	20,7	1,8	23	28,7	1,9	12	24,0	1,7	7	25,9	1,8
78. Matricaria Chamomilla L.	65	29,3	1,8	24	30,0	1,5	8	16,0	2,3	6	22,2	2,4
79. Chrysanthemum Leucanthemum L.	52	14,4	1,4	19	23,8	1,5	4	8,0	1,4	9	7,4	1,5
80. Senecio vulgaris L.	51	23,0	1,7	25	31,2	1,7	12	24,0	1,7	6	22,2	1,6
81. Cirsium arvense (L.) Scop.	117	52,7	2,6	42	52,5	2,6	18	36,0	2,1	11	40,8	1,9
82. Centaurea Cyanus L.	39	17,6	2,1	15	18,7	1,7	10	20,0	1,9	5	18,5	1,7
83. Lapsana communis L.	30	13,5	1,7	8	10,0	1,6	2	4,0	1,5	—	—	—
84. Pteris hieracitoides L.	12	5,4	1,4	7	8,8	1,4	2	4,0	1,0	2	7,4	1,0
85. Taraxacum officinale Weber	104	46,9	1,8	51	63,8	1,9	26	52,0	1,8	17	63,0	1,9
86. Sonchus oleraceus L. em. Gouan	11	4,9	1,5	7	8,8	1,6	2	4,0	1,8	2	7,4	1,8
87. Sonchus asper (L.) Hill	120	54,1	2,2	62	77,5	2,3	33	66,0	2,1	19	70,4	2,2
88. Sonchus arvensis L.	37	16,7	2,2	19	23,8	2,4	11	22,0	2,2	8	29,6	2,4
Total	6021	2712	—	2366	2956	—	1389	2678	—	790	2925	—
Durchschnitt	—	—	1,7	—	—	1,7	—	—	1,7	—	—	1,6

Die Vergesellschaftung bestimmter Ackerunkrautarten mit bestimmten Kultur- bzw. Getreidepflanzen wird vielfach *verneint*. Im Zusammenhang damit erscheint natürlich auch die Fruchtfolge auf das Vorkommen und die Entwicklung bzw. Vernichtung bestimmter Ackerunkrautarten von geringerer Bedeutung zu sein. So verneinen Höck⁽⁹⁴⁾, Laus⁽¹⁴⁷⁾ und Kehlhofer⁽¹¹²⁾ einen solchen Zusammenhang.

Dagegen vertritt Bornemann⁽⁹⁾ die Ansicht, dass solche Beziehungen, wenn auch oft von Gebiet zu Gebiet verschieden, bestehen, und dass man von Unkräutern der Dreifelder-, der Fruchtwechselwirtschaft usw. sprechen könne. Auch Fruwirth⁽⁷²⁾ schliesst sich hierin teilweise Bornemann an.

Wehsarg^(259, Heft 294) und Römer und Scheffer⁽²¹³⁾ bejahen, wenigstens z. T., die Lebensgemeinschaft bestimmter Unkrautarten und Kulturpflanzen. Und Volkart⁽²⁵¹⁾ weist an Hand seiner statistischen Aufnahmen solche mehr oder weniger scharf ausgeprägte Beziehungen nach.

Wenn auch aus den Beobachtungen dieser Autoren hervorgeht, dass absolute Bestandestreue für die allermeisten Ackerunkrautarten nicht besteht, so zeigt sich in der Natur doch immer wieder eine gewisse Lebensgemeinschaft und Vergesellschaftung zwischen Unkrautarten und Kulturpflanzen, die ausserdem weitgehend auch von der Fruchtfolge abhängig erscheint, so dass wir uns hier unbedingt Volkart und Römer und Scheffer anschliessen müssen. Wir finden unsere Ansicht auch dadurch bestätigt, dass heute gewisse Ackerunkrautarten, wie *Camelina Alyssum* Müller, *Lolium remotum* L., *Lolium temulentum* L., *Avena fatua* L. und noch andere in der Dreifelderwirtschaft beinahe verschwunden sind, obwohl sie hier früher ständige Begleiter der Getreidekulturen waren. Durch das Zurückgehen des Anbaues der entsprechenden Kulturpflanzen wie Lein, Hafer und Sommergerste und infolge des intensiveren Fruchtwechsels werden sie bei uns immer seltener. Zu erwähnen ist hier noch, dass das Verschwinden dieser Unkrautarten zum Teil auch auf die sorgfältigere Saatgutreinigung zurückzuführen ist.

Diese Lebensgemeinschaft ist z. T. in der Kulturpflanze selbst, z. T. aber in der Art ihrer Pflege, in der ihr eigenen Bodenbearbeitung und Nutzungsweise durch den Menschen begründet. Von besonderer Bedeutung scheint hier die Bodenbearbeitung zu sein, und

wir können darnach auch zwei Hauptkulturgruppen: *Hackkulturen* (Kartoffeln, Runkeln und Mais) und *Saatkulturen* (Getreide und Kleeäcker) unterscheiden. Bei letzteren wird nach der Saat im allgemeinen keine tiefgehende, eigentliche Bodenbearbeitung mehr vorgenommen, während bei ersterer der Boden bis weit in die Vegetationszeit hinein immer wieder periodisch tief bearbeitet wird.

Die Folge ist dann auch eine verschiedene, aber typische Unkrautflora beider Kulturarten. Für die *Getreidefelder* typisch sind die Unkrautpflanzen *Centaurea Cyanus* L., *Agrostemma Githago* L., *Legousia Speculum Veneris* (L.) Fischer, *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray, *Vicia tetrasperma* (L.) Mönch. Die *Hackkulturen* (Kartoffelfelder) zeigen dagegen vornehmlich *Stellaria media* (L.) Vill., *Euphorbia Helioscopia* L., *Chenopodium album* L. u. a. m.

Die Unkrautarten der Hackkulturen sind vorwiegend Frühjahrskeimer mit verhältnismässig kurzer Vegetationszeit. Die typischen Getreideunkräuter gehören dagegen zu den ausdauernden und winterannuellen Arten mit relativ langer Vegetationszeit, so dass sie in der Hackkultur durch die periodisch wiederkehrende Bodenbearbeitung immer wieder aufs Neue zerstört werden, ohne blühen und fruchten zu können und daher eingehen.

Die Ursache der Vergesellschaftung, die bei der Pflanze selbst liegt, ist z. T. in den Verhältnissen der Samenruhe zu finden. Unkrautarten mit Samen *ohne Samenruhe*, d. h. solche, deren Samen unmittelbar nach der Samenreife bei Vorhandensein der nötigen Keimungsbedingungen auskeimen, treten vornehmlich im Wintergetreide auf. Diese Samenarten keimen im Herbst, überwintern im Keimlingsstadium, um sich im Frühjahr gemeinsam mit dem Wintergetreide weiter zu entwickeln und zu blühen und im Sommer gleichzeitig mit den Kulturpflanzen ihren Lebensgang mit der Fruchtreife abzuschliessen. Durch die intensive Bodenbearbeitung der Frühjahrsbestellung werden die Herbstkeimlinge dieser Unkrautarten zum grössten Teil vernichtet, so dass ihr Fortkommen vornehmlich auf das Wintergetreide beschränkt wird und daraus eine gewisse Lebensgemeinschaft mit dem Wintergetreide entsteht. Zudem verlieren diese Samenarten im Boden, wie Versuche von K o z m a ⁽¹³¹⁾, G o s s ⁽⁷⁹⁾, D o r p h - P e t e r s e n ⁽⁴⁶⁾ u. a. zeigen, ihre Keimkraft in kurzer Zeit, wodurch auch ihr selteneres Auftreten im Sommergetreide bedingt wird. Sie haben sich heute den Lebens-

verhältnissen, die ihnen das Wintergetreide bietet, soweit angepasst, dass sie die natürlichen Ausstreu- und Verbreitungsmittel der Samen im Laufe der Zeit mehr oder weniger eingebüsst haben und heute auf die Verbreitung der Samen durch den Menschen mit den Getreidesamen (infolge weitgehender Uebereinstimmung der Unkrautsamenarten in Form, Grösse und spezifischem Gewicht mit den Kulturpflanzensamen) angewiesen sind. Gerade der Verlust der natürlichen Ausstreu- und Verbreitungsvorrichtungen ermöglicht diesen Unkrautsamenarten mit fehlender Samenruhe die Verbreitung und Keimung mit den Kulturpflanzensamen. Infolge ihrer vorzeitigen Keimung würden sie durch die Bodenbearbeitung bei der Herrichtung des Saatbeetes im Keimlingsstadium vernichtet, worauf Volkart⁽²⁵¹⁾ aufmerksam macht.

Die Verbreitung der Samen bestimmter Unkrautarten mit den Samen der Kulturpflanzen wirkt ähnlich wie ununterbrochene Folge einer Pflanze auf demselben Felde und muss daher am ehesten zu einer Vergesellschaftung von Unkraut und Kulturpflanze führen.

Als Samenunkrautarten mit kurzer oder ohne Samenruhe sind zu nennen: *Agrostemma Githago* L., *Bromus secalinus* L., *Anthemis arvensis* L., *Anthemis Cotula* L., *Galium Aparine* L., *Centaurea Cyanus* L., *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray u. a. m.

Unkrautarten, deren Samen ihre Keimfähigkeit erst nach einer gewissen Samenruhe erlangen, keimen vorwiegend im Frühjahr und bilden dann eine Lebensgemeinschaft mit den Sommergetreidearten, wie z. B. *Sinapis arvensis* L., *Raphanus Raphanistrum* L., *Avena fatua* L. u. a. m. Wie Zade⁽²⁶⁷⁾ bei *Avena fatua* und *Sinapis arvensis* nachweisen konnte, bedürfen diese Samenarten z. B. zur guten Keimung Wechseltemperaturen, wie sie im Frühjahr im Sommergetreide, weniger aber im Wintergetreide vorhanden sind, so dass wir bei solchen Unkrautarten auch wieder eine Vergesellschaftung mit dem Sommergetreide feststellen können. Wenn die Verhältnisse der Samenruhe auf die Lebensgemeinschaft und Vergesellschaftung der einzelnen Unkrautarten und einzelnen Kulturpflanzen nicht noch deutlicheren Einfluss auszuüben vermögen, so ist der Grund dafür im beständigen Heraufbringen noch keimfähiger Samen früherer Ernten durch die Bodenbearbeitung zu suchen.

Weiterer Einfluss auf die Lebensgemeinschaft und Gesellschaftsverhältnisse zwischen den Unkrautarten und den Kulturpflanzen

übt die Art der Entwicklung der einzelnen Kulturpflanzen aus. Die grosse Höhe des Roggens unterdrückt niedrige, lichtbedürftige Arten, und wir finden daher beim Roggen mehr eine Vergesellschaftung mit hohen Unkrautarten wie *Agrostemma Githago* L., *Centaurea Cyanus* L., *Agrostis Spica venti* L., *Papaver Rhoëas* L. u. a. m. Frühlingskeimer und Unkrautarten, deren Samen zur Keimung Licht bedürfen, werden wieder in Wintergerste und Winterroggen, die sich relativ früh bestocken, seltener anzutreffen sein als in Winterweizen, in Spelz und im Sommergetreide. Auch dicht stehende Futterpflanzen werden spätkeimende und langsam sich entwickelnde Unkrautarten kaum aufkommen lassen.

Der Grad des Einflusses der Fruchtfolge auf den Unkrautbestand und die Lebensgemeinschaft zwischen den einzelnen Unkrautarten und den verschiedenen Kulturpflanzen hängt vornehmlich ab von der Dauer des Intervalls des Anbaues der einzelnen Kulturpflanzen auf derselben Fläche. Eine Fruchtfolge mit grösserem Intervall des Anbaues derselben Kulturpflanze auf dem gleichen Acker bedingt einen geringeren Unkrautbestand und geringere Vergesellschaftung zwischen Unkrautart und Kulturpflanze. Die im Boden vorhandenen Samen überhaupt und insbesondere die mit den Kulturpflanzen in Lebensgemeinschaft stehenden werden um so eher vernichtet, je länger der Intervall dauert. Bei Fruchtfolgen, bei denen z. B. Weizen auf Weizen, oder Getreide auf Getreide folgt, ist ein üppigerer Unkrautbestand festzustellen. Die Lebensgemeinschaft der Unkrautarten und der Kulturpflanzen tritt hier auch deutlicher hervor.

Wenden wir uns der Betrachtung unserer Ergebnisse zu, so finden wir bei den einzelnen Unkrautarten und den einzelnen Kulturpflanzen bald deutliche, bald weniger deutliche Lebensgemeinschaft und Vergesellschaftung. Diese Verhältnisse werden am besten illustriert durch die Frequenzzahlen der einzelnen Ackerunkrautarten. Auf Grund dieser Ergebnisse können wir im untersuchten Gebiet der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz bei den Ackerunkrautarten folgende Gruppen unterscheiden:

1. Vorwiegende Vergesellschaftung mit Wintergetreide bei:

Alopecurus agrestis L.; *Agrostis Spica venti* L.; *Poa trivialis* L.; *Agropyron repens* (L.) Pal.; *Polygonum aviculare* L.; *Agrostemma Githago* L.; *Ranunculus arvensis* L.; *Papaver Rhoëas* L.; *Arabidopsis Thaliana* (L.) Heynh.; *Alchemilla arvensis* (L.) Scop.; *Vicia hirsuta* (L.) S. F.

Gray; *Vicia tetrasperma* (L.) Mönch; *Myosotis arvensis* (L.) Hill; *Veronica Tournefortii* Gmelin; *Veronica hederifolia* L.; *Melampyrum arvense* L. sens. strict.; *Euphrasia Odontites* L. sens. strict.; *Rhinanthus Alectorolophus* (Scop.) Pollich sens. strict.; *Galium Aparine* L.; *Valerianella olitoria* (L.) Pollich; *Achillea Millefolium* L.; *Centaurea Cyanus* L.; *Sonchus asper* (L.) Hill.

Auch Volkart⁽²⁵¹⁾ fand im Gebirge bei diesen Unkrautarten, soweit er sie vorfand, die gleichen Verhältnisse.

Im allgemeinen konnten wir im untersuchten Gebiet beim Wintergetreide grössere Frequenzzahlen feststellen als beim Sommergetreide.

a) **Vorwiegende Vergesellschaftung mit Wintergerste bei:**

Stellaria media (L.) Vill.; *Sagina procumbens* L.; *Papaver Rhoeas* L.; *Arabidopsis Thaliana* (L.) Heynh.; *Viola tricolor* L.; *Myosotis arvensis* (L.) Hill; *Galeopsis Tetrahit* L.; *Veronica arvensis* L.; *Veronica Tournefortii* Gmelin; *Galium Aparine* L.;

b) **Vorwiegende Vergesellschaftung mit Winterroggen bei:**

Alopecurus agrestis L.; *Agrostis Spica venti* L.; *Agrostemma Githago* L.; *Ranunculus arvensis* L.; *Alchemilla arvensis* (L.) Scop.; *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray; *Myosotis arvensis* (L.) Hill; *Veronica arvensis* L.; *Rhinanthus Alectorolophus* (Scop.) Pollich sens. strict.; *Galium Aparine* L.; *Centaurea Cyanus* L.;

c) **Vorwiegende Vergesellschaftung mit Winterweizen bei:**

Polygonum aviculare L.; *Vicia tetrasperma* L.; *Euphrasia Odontites* L. sens. strict.; *Centaurea Cyanus* L.; *Sonchus asper* (L.) Hill.

Im Wintergetreide haben wir bei Winterweizen auch im Gesamten die höchste Frequenzzahl.

2. **Vorwiegende Vergesellschaftung mit Sommergetreide bei:**

Polygonum Persicaria L.; *Chenopodium polyspermum* L.; *Chenopodium album* L.; *Sinapis arvensis* L.; *Raphanus Raphanistrum* L.; *Euphorbia Helioscopia* L.; *Euphorbia exigua* L.; *Anagallis arvensis* L.; *Lamium purpureum* L.; *Sherardia arvensis* L.; *Legousia Speculum Veneris* (L.) Fischer; *Matricaria Chamomilla* L.

Auch bei diesen Arten konnte Volkart⁽²⁵¹⁾ mit uns übereinstimmende Verhältnisse feststellen, soweit diese im Gebirge auftreten.

Entgegengesetzte Verhältnisse in bezug auf die Vergesellschaftung und Lebensgemeinschaft zwischen den Unkrautarten und den Kulturpflanzen fanden Volkart⁽²⁵¹⁾ und wir bei folgenden Unkrautarten vor:

Pflanzenart	Im Gebirge vorwiegend in:	Im Flachland vorwiegend in:
<i>Polygonum aviculare</i> L.	indifferent	Wintergetreide
<i>Polygonum Convolvulus</i> L.	Sommergetreide	indifferent
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Sommergetreide	indifferent
<i>Capsella Bursa pastoris</i> (L.) Medikus	Wintergetreide	Sommergetreide
<i>Trifolium pratense</i> L.	Wintergetreide	indifferent
<i>Viola tricolor</i> L.	Wintergetreide	indifferent
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Wintergetreide	Sommergetreide
<i>Galeopsis Tetrahit</i> L.	Sommergetreide	Wintergetreide
<i>Mentha arvensis</i> L.	Sommergetreide	indifferent
<i>Sonchus oleraceus</i> L. em. Gouan . . .	Wintergetreide	Sommergetreide

Im weiteren lassen auch die Ergebnisse unserer Erhebungen einen Einfluss der Fruchtfolge auf die Vergesellschaftung und Lebensgemeinschaft der Unkräuter mit den Kulturpflanzen erkennen. Die Ergebnisse zeigen uns deutlich:

- Ein Vorwalten bei Roggenfruchtfolge der folgenden Unkrautarten:**
Alopecurus agrestis L.; *Agrostis Spica venti* L.; *Poa trivialis* L.; *Sagina procumbens* L.; *Ranunculus arvensis* L.; *Ranunculus repens* L.; *Alchemilla arvensis* (L.) Scop.; *Trifolium pratense* L.; *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray; *Myosotis arvensis* (L.) Hill; *Veronica arvensis* L.; *Veronica hederifolia* L.; *Galium Aparine* L.; *Valerianella olitoria* (L.) Poll.; *Matricaria Chamomilla* L.; *Chrysanthemum Leucanthemum* L.; *Cirsium arvense* (L.) Scop.;
- Ein Vorwalten bei Sommerfruchtfolge der nachstehenden Unkrautarten:**
Equisetum arvense L.; *Agrostis alba* L.; *Polygonum Persicaria* L.; *Polygonum Convolvulus* L.; *Chenopodium album* L.; *Stellaria media* (L.) Vill.; *Thlaspi arvense* L.; *Sinapis arvensis* L.; *Raphanus Raphanistrum* L.; *Capsella Bursa pastoris* (L.) Medikus; *Trifolium repens* L.; *Euphorbia Helioscopia* L.; *Euphorbia exigua* L.; *Anagallis arvensis* L. ssp. *coerulea*; *Convolvulus arvensis* L.; *Lamium purpureum* L.; *Veronica Tournefortii* Gmelin; *Euphrasia Odontites* L. sens. strict.; *Rhinanthus Alectorolophus* (Scop.) Pollich sens. strict.; *Legousia Speculum Veneris* (L.) Fischer; *Sonchus asper* (L.) Hill.
- Ein Vorwalten im Winterweizen bei Roggenfruchtfolge der Unkräuter:**
Alopecurus agrestis L.; *Agrostis Spica venti* L.; *Poa trivialis* L.; *Agropyron repens* (L.) Pal.; *Polygonum aviculare* L.; *Ranunculus arvensis* L.; *Ranunculus repens* L.; *Thlaspi arvense* L.; *Trifolium pratense* L.; *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray; *Vicia tetrasperma* (L.) Mönch; *Anagallis arvensis* L. ssp. *phoenicea*; *Myosotis arvensis* (L.) Hill; *Galeopsis Tetrahit* L.; *Galium Aparine* L.; *Valerianella olitoria* (L.) Pollich; *Chrysanthemum Leucanthemum* L.; *Alchemilla arvensis* (L.) Scop.
- Ein Vorwalten im Winterweizen bei Sommerfruchtfolge der folgenden Unkrautarten:**
Agrostis alba L.; *Polygonum Persicaria* L.; *Stellaria media* (L.) Vill.; *Papaver Rhoas* L.; *Sinapis arvensis* L.; *Capsella Bursa pastoris* (L.) Medikus; *Trifolium repens* L.; *Euphorbia Helioscopia* L.; *Euphorbia exigua* L.; *Anagallis arvensis* L. ssp. *coerulea*; *Convolvulus arvensis* L.; *Lamium purpureum* L.; *Veronica Tournefortii* Gmelin; *Sherardia arvensis* L.

b) EINFLUSS DER DISPERSITÄT UND DER WASSERKAPAZITÄT DES BODENS

Lange schon ist man, namentlich in Gebirgsländern mit verschiedener geognostischer Unterlage, darauf aufmerksam geworden, dass das Vorkommen der Pflanzenarten und auch das Gepräge der ganzen Vegetation mit dem Boden in engster Verbindung steht. Und heute gilt es als unbestreitbare Tatsache, dass das Auftreten und die Verbreitung einer Pflanzenart bedingt ist durch Klima, *Boden* und Kulturmassnahmen des Menschen. Wenn wir daher die Ansprüche der einzelnen Pflanzenarten an Klima, Boden und Kulturmassnahmen kennen, und uns Klima und Bebauungsart bekannt sind, sollte aus der Art der auftretenden Unkräuter auch ein Rückschluss auf die Bodenart möglich sein.

Zwei Wege sind es daher, die uns eingehende Kenntnis der chemischen und physikalischen Natur des Bodens vermitteln:

1. ist es der Weg der *exakten qualitativen und quantitativen Bodenanalyse*, die alle diese Beziehungen in unverrückbaren Zahlenwerten zum Ausdruck bringt. Sie ist das wertvollere, aber auch das schwierigere, zeitraubendere, kostspieligere Verfahren, dessen sich nur der Fachmann bedienen kann;
2. können wir uns zur Beurteilung des Bodens nach seiner wesentlichen, dem Auge nicht mehr erkennbaren chemischen Zusammensetzung und physikalischen Beschaffenheit der *wildwachsenden Pflanzen* bedienen. Sie spiegeln die chemische und physikalische Natur des Bodens allerdings vornehmlich nur qualitativ, nicht aber dem Mengenverhältnis nach wieder.

Diese zweite Arbeitsmethode ist vor allem billig, zeitsparend und vom Pflanzenkundigen leicht zu handhaben. Sie wirkt auch tief nach dem Untergrund, reflektiert noch den Einfluss durchstreichender Quellen und arbeitet also nicht nur eng lokalisiert. Wir begreifen daher auch, dass kein geringerer als der geniale Agrikulturchemiker Justus von Liebig in allen seinen Arbeiten immer wieder die Ansicht vertrat, dass es nicht nur möglich, sondern unentbehrlich sei, die Pflanzen zur Beurteilung der Bodennatur zu verwenden. Die Erforschung der Beziehungen der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens zu den physiologischen Funktionen (primär) und zum Vorkommen und zu der Verbreitung

(sekundär) der wildwachsenden Pflanzen, zu denen wir auch — im weiteren Sinn des Wortes — die Ackerunkräuter zählen dürfen, ist für Wissenschaft und Praxis von Bedeutung. Wir werden hier allein auf die sekundären Beziehungen, soweit sie in der Natur offen in Erscheinung treten, d. h. auf Vorkommen und Verbreitung der Ackerunkrautarten näher eintreten. Die Erforschung der primären Beziehungen, eine der schwierigsten Aufgaben des Pflanzenphysiologen, müssen wir hier ganz unberührt lassen.

Die Bedeutung der chemischen und physikalischen Einflüsse des Bodens auf die Verbreitung der Pflanzen beginnt erst mit der klimatischen Lokalität. Die Wahrnehmung nun, dass in einer klimatischen Pflanzenregion, z. B. in der von Mitteleuropa, die Pflanzenverteilung, namentlich der Art nach, auffallende Gegensätze zeigt, wenn man sie in nahegelegenen, mineralogisch (chemisch) differenzierten Böden vergleicht, ist schon früh gemacht worden. Ueber die Tatsache der Erscheinung bestand von Anfang an bei den zahlreichen Mitarbeitern an derartigen phytostatischen Untersuchungen, wie sie namentlich in den 1830er, 1840er und noch 1850er Jahren aufgenommen wurden, keine Meinungsverschiedenheit. Dagegen herrschten unter den betreffenden Forschern darüber Meinungsdivergenzen, ob die physikalischen Eigenschaften oder die chemische Zusammensetzung des Bodens in erster Linie als massgebend und ursächlich für die Erscheinung anzusehen seien. Und es begann darüber ein langwieriger und heftiger Meinungsstreit, ein Kampf, wie er vielleicht von solchem Umfange nur wieder in den vom Darwinismus angeregten Fragen geführt worden ist. Die Vertreter der chemischen Richtung gestanden dabei wohl zu, dass sekundär auch die physikalische Natur des Bodens auf die Verbreitung und das Vorkommen der Pflanzen von Bedeutung sei. Die Vertreter der physikalischen Richtung verneinten dagegen einen chemischen Einfluss, auch sekundärer Natur, lange Zeit. Die *Standortslehre*, die den Wechsel der Flora je nach Boden und den Einfluss der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die Vegetation ergründen wollte, fusste teilweise viel zu einseitig auf der *stofflichen* Zusammensetzung des Bodens, so dass hierin allgemein gültige Ergebnisse ausgeschlossen waren. Ausser der Bodenzusammensetzung wurden dabei die übrigen hier wirksamen Faktoren, wie z. B. Bodenklima und Bodenbiologie, zu wenig oder nicht be-

rücksichtigt, so dass sich hier keine jeder Kritik standhaltende Ergebnisse zeigen konnten. Um aber auch in dieser Frage die Wahrheit zu ergründen, müssen dabei auch alle bestimmenden Umstände die gebührende Berücksichtigung finden.

Die bisherige Erforschung der Standortslehre erstreckt sich überwiegend auf das Studium der Lebensweise der der gemässigten Zone angehörenden Pflanzen, also auf Pflanzen mit mittlerem Wärmebedürfnis, dagegen mit mehr extremen Ansprüchen an den Wasserhaushalt. Diese Umstände liessen noch in vermehrtem Masse das Vorkommen und die Verbreitung der Pflanzen von den *physikalischen Eigenschaften* des Bodens abhängig erscheinen. Es konnte sich daher in der Standortslehre auch eine Richtung herausbilden, welche das Hauptgewicht bei der Beurteilung der Wechselbeziehungen zwischen Pflanze und Boden auf die physikalischen Bodeneigenschaften zu verlegen versuchte.

Lundegårdh⁽¹⁵⁶⁾ schliesst sich heute noch zum Teil diesen Ansichten an, wenn er auf Seite 291 von «Klima und Boden» schreibt: «Die physikalische Beschaffenheit des Bodens bestimmt eine Reihe von fundamentalen Eigenschaften. Das *Absorptionsvermögen*, die *Wasserkapazität*, die *Durchlüftung*. Für die Beurteilung des Wertes des Bodens in allgemein ökologischer sowie in praktischer Hinsicht ist deshalb die Bestimmung der physikalischen Zusammensetzung sehr wichtig.» Und Kopecky⁽¹²⁶⁾ darf sich deshalb mit Recht erlauben, den Satz zu prägen: «Ja, man kann sogar die physikalischen Bodeneigenschaften als Grundlage aller Urteile in bezug auf den Boden bezeichnen.»

Aus allen diesbezüglichen Untersuchungen und Theorien geht die grosse Bedeutung, die dem *Wasser* und der *Wasserkapazität*, bzw. der *Wasserführung des Bodens* auf die vegetative Standortsbesiedlung beizumessen ist, unzweideutig hervor. Diese Bodeneigenschaft rückt bei allen Anhängern der physikalischen Lehre bei der Bewertung der Bodeneigenschaften für die Standortslehre und die Pflanzenverteilung in den Vordergrund. Lundegårdh⁽¹⁵⁶⁾ zählt das Wasser zu den pflanzengeographisch dominierenden Faktoren und findet, dass die Bodenfeuchtigkeit die Entstehung und die Entwicklung der verschiedenen Vegetationstypen sehr weitgehend beeinflusst. Die Bodenfeuchtigkeit betrachtet er aber auch

wieder als Komponente der physikalischen Beschaffenheit des Bodens, die bestimmt, wieviel von den Niederschlägen in den Bereich der Wurzeln gelangt und von diesen absorbiert werden kann, und wieviel hindurchfliesst oder an der Oberfläche abläuft. Lundegardh weist dabei auf skandinavische Verhältnisse hin und zeigt, wie hier auf Böden mit geringer Wasserkapazität nur Pflanzen wie *Bromus*-Arten, *Aria praecox*, *Anthoxanthum odoratum* u. a. m. gedeihen und sich hier auch halten können. Auch Warming misst in seiner «Oekologie» (1902, S. 30 ff. und 49 ff.) dem Wasser und dem Wasserhaushalt des Bodens die grösste ökonomische Bedeutung zu.

Unter Wasserführung verstehen wir den Wassergehalt oder allgemeiner gefasst den Wasserhaushalt des Bodens, der abhängig ist vom Wasseraufnahme-, vom Wasserfesthaltungsvermögen und von der Wasserleitungsfähigkeit des Bodens. Das Wasseraufnahmevermögen wird bedingt von der Neigung des Bodens zum Horizont und von der Struktur der Oberflächenschicht des Bodens. Das Wasserfesthaltungsvermögen nennen wir Wasserkapazität. Wir verstehen darunter die Wassermenge, die ein Boden in sich aufspeichern und festhalten kann. Sie umfasst also das Hygroskopizitäts- und das Kapillarwasser mit Ausschluss des Senkwassers, das dem Zug der Schwerkraft folgt und damit in den Untergrund versickert. Die Wasserkapazität ist abhängig von der Dispersität, der Struktur des Bodens (d. h. vom Bodengefüge, der Aneinanderlagerung der Bodenteilchen) und der stofflichen Natur dieser Teilchen. Die Wasserleitungsfähigkeit ist massgebend für die Wassernachziehung aus dem Untergrund, den kapillaren Aufstieg. Die Wassermenge, die auf diese Weise der Wurzelzone der Pflanzen zugeführt wird, ist wesentlich abhängig ausser von Dispersität und Struktur des Bodens von der Höhe des Grundwasserspiegels.

Die wichtigste Eigenschaft des Bodens für die Wasserversorgung der Pflanzen ist die Wasserkapazität. Sie ist am grössten bei Humusböden. Von mineralischen Böden haben die feindispersierten Tonböden die höchste Wasserkapazität, namentlich wenn sie gekrümelt sind, und so auch die Struktur des Bodens, das Bodengefüge, die Menge des Kapillarwassers vergrössert. Das Ansteigen der Wasserkapazität mit zunehmender Feinheit der Dispersität ist aus zahl-

reichen Beobachtungsreihen bekannt. Dabei ist allerdings nicht der ganze Betrag der der Wasserkapazität entsprechenden Wassermenge den Pflanzen zugänglich. Das Hygroskopizitäts- und einen kleinen Teil des Kapillarwassers vermögen sie nicht aufzunehmen.

Die Verteilung der Pflanzenarten nach Wasserkapazität und Wasserreichtum des Bodens kann bedingt werden:

1. durch das Wasseraufnahmevermögen der Wurzeln der einzelnen Pflanzenarten,
2. durch die wasserhaltende Kraft des Bodens,
3. durch den absoluten Wasserverbrauch der einzelnen Pflanzenarten.

Auf Grund dieser Ausführungen lässt sich erkennen, wie stark die Dispersität des Bodens durch die Beeinflussung des Wasseraufnahmevermögens, der Wasserkapazität und des Wasserleitungsvermögens in die Wasserversorgung der Pflanze eingreift. In ähnlicher Weise ist sie aber auch massgebend für die Wärmeleitung (im wesentlichen wieder durch die Wasserleitung), die Durchlüftung und die biologische Tätigkeit des Bodens.

Die Lebensfunktionen und damit auch der Grad des Gedeihens der einzelnen Pflanzenarten ist nun aber je nach der Anpassungsfähigkeit der Art stärker oder schwächer an das Vorhandensein bestimmter Wachstumsfaktoren gebunden und so auch von den Bodeneigenschaften im allgemeinen und von der Bodendispersität im besonderen abhängig. Treten die Arten miteinander in Konkurrenz, so machen sich die Unterschiede in ihren Ansprüchen an die einzelnen Wachstumsfaktoren und damit an den Boden in viel schärferer Weise geltend. Die Konkurrenz trifft somit unter den einzelnen Pflanzenarten in letzter Linie eine Standortauswahl, und es muss sich so auch ein Einfluss der *Bodendispersität* erkennen lassen.

Wie gestalten sich nun diese Verhältnisse bei den von uns untersuchten Böden der verbesserten Dreifelderwirtschaftsgebiete der Schweiz?

Können wir auch hier Zusammenhänge zwischen Bodendispersität und Besiedlung des Ackerlandes durch die einzelnen Ackerunkrautarten finden?

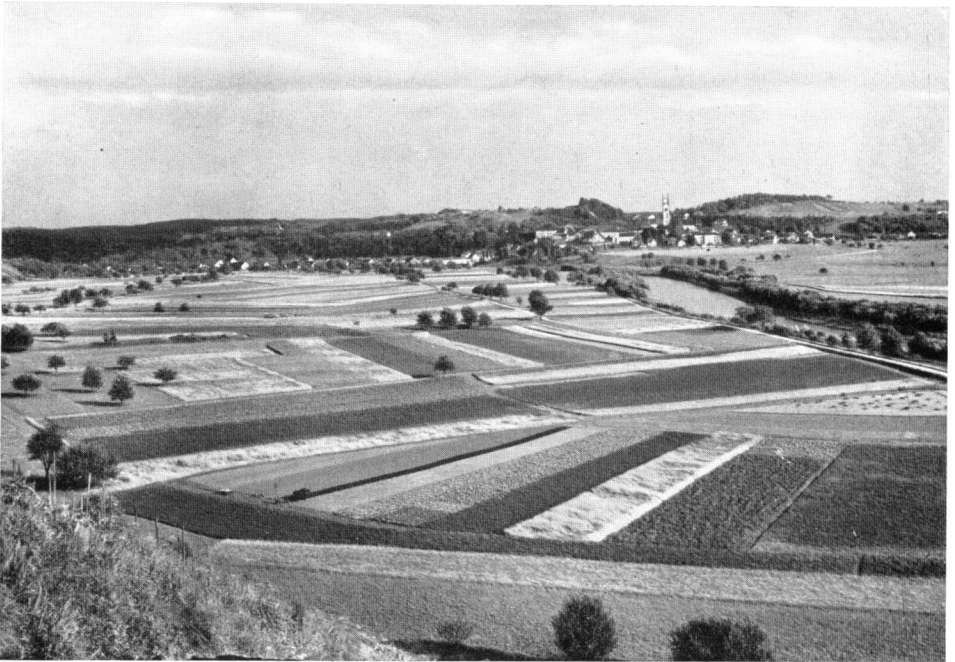


Bild 6. Das Andelfingerfeld (Kt. Zürich)
Gemengfelder der Dreifelderwirtschaft. Phot. Dr. A. Grisch



Bild 7. Das Wehntal bei Dielsdorf - Niedersteinmaur (Kt. Zürich)
Gemengfelder der Dreifelderwirtschaft. Phot. Dr. A. Grisch

Die Beantwortung dieser Fragen erfordert neben der botanischen Bestandesaufnahme im Felde die Untersuchung der Standorte der Ackerunkrautarten, d. h. die Feststellung des Dispersitätsgrades des Bodens der einzelnen untersuchten Getreidefelder. Der Dispersitätsgrad eines Bodens wird ermittelt durch die mechanische Bodenanalyse oder Schlämmanalyse (siehe I. Teil S. 43 ff), die nach der Spülmethode K o p e c k y durchgeführt wurde.

Die weitere Auswertung der Ergebnisse der botanischen Bestandesaufnahmen führt in das Gebiet der Variationsstatistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Durch Bildung von Variationsklassen der relativen Werte (Prozente) der einzelnen Schlämmfraktionen, durch Berechnung der absoluten und relativen Häufigkeit (Prozente) des Vorkommens der einzelnen Unkrautart innerhalb der einzelnen Variationsklasse und durch Vergleichung dieser Werte erhalten wir den wahrscheinlichsten Wert des häufigsten Dispersitätsgrades, bzw. der häufigsten Dispersitätsklasse der Standorte der einzelnen Unkrautart. Es ist uns so möglich, festzustellen, um welchen Dispersitätsgrad des Bodens sich die Dispersitätswerte der einzelnen Standorte der einzelnen Unkrautart gruppieren. Dieser häufigste Dispersitätswert darf dann als die der Pflanze bestentsprechende Dispersität angesehen werden.

Als die zur Auswertung geeignetsten Werte erachten wir die absolute und relative Zahl der Funde der einzelnen Ackerunkrautarten bezogen auf die einzelnen Dispersitätsklassen, d. h. die Frequenz und die Frequenzzahlen (s. II. Teil S. 59 ff). Zur Ergänzung werden aber auch die mittleren Dominanzwerte angeführt (s. II. Teil S. 59 ff). Die so ermittelten Beziehungen zwischen der Dispersität der Feinerde sowie des Skeletts des Bodens (Bodenteile von über 2 mm Durchmesser) und der Verbreitung der einzelnen Ackerunkrautarten des untersuchten Gebietes der schweizerischen Dreifelderwirtschaft werden durch die nachfolgenden von uns ermittelten Daten dargestellt. Die Zusammenstellung enthält in der ersten Zahlenreihe die absoluten Zahlen der Funde der einzelnen Dispersitätsklassen. In der zweiten Reihe sind dagegen die Relativzahlen, d. h. die *Frequenzzahlen* (ausgedrückt in Prozenten aller untersuchten Böden der betreffenden Klasse) aufgeführt.

Die variationsstatistische Auswertung einer Beobachtungsreihe erfolgt auf Grund der *Galton'schen Variationsgleichung* [Charlier 1920 ⁽³⁰⁾, Johannsen 1926 ⁽¹⁰⁸⁾, Fueter 1930 ⁽⁷³⁾]. Diese hat folgende Form:

$$\text{I. } Y = \frac{h \cdot n}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-\frac{(x - b)^2}{h^2}};$$

$$\text{II. } h = \frac{1}{s \sqrt{2}};$$

$$\text{und III. } s = \pm \sqrt{\frac{\sum pa^2}{n} - b^2} \quad (\text{Johannsen } (108)).$$

Zur Berechnung der wahrscheinlichsten oder idealen Verteilung der Funde der einzelnen Unkrautarten müssen wir hier die experimentell festgestellten Dispersitätsgradzahlen (Schlammfraktionswerte) der Standorte der Arten in Klassen (Tongehaltsklassen) ordnen. Diese Gehaltsklassen umfassen bei unseren Zusammenstellungen jeweils einen Tongehalt (I. Schlammfraktion mit abschlämbbaren Einzelteilchen unter 0,01 mm Äquivalentdurchmesser) im Bereich von 5 % (Klassenwert). Die Grundklasse, die den Mittelwert in sich schliesst, trägt die Klassennummer 0, um die sich die Minus- und Plusklassen in einem Bereiche des Klassenwertes (5 %) oder dessen Vielfaches nach links (Minusklassen) und nach rechts (Plusklassen) gruppieren.

Es bedeuten hier für uns:

- Y = berechnete Zahl der Funde (Frequenz) der Einzelklassen;
- x = Klassennummer (6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6 usw.);
- π = Konstante 3,142;
- e = Basis der natürlichen Logarithmen 2,718;
- h = Variabilitätsmass der Variationsreihe (je grösser h, desto kleiner s (Streuung), desto enger gruppieren sich die beobachteten Funde um den charakteristischen und wahrscheinlichsten Wert, den Mittelwert);
- s = Streuung der Werte der Einzelklassen;
- Σ = Summierungszeichen;
- p = Anzahl beobachteter Funde der Einzelklassen;
- a = Abweichung einer Einzelklasse von A in Klassenspielflächen;
- A = Ausgangspunkt für die Mittelwert- und Streuungsberechnung (Klasse mit der grössten beobachteten Zahl der Funde);
- b = Abweichung M (Mittelwert) von A in Klassenspielflächen;
- n = Anzahl aller Funde der betr. Unkrautart.

Die Resultate unserer Untersuchungen sind in den drei hier unmittelbar folgenden Tabellen enthalten.

Legende zu Tabelle I. *)

1. Erste Zahlenreihe = absolute Zahl der **beobachteten** Funde (Frequenz).
2. Zweite Zahlenreihe = relative Zahl der **beobachteten** Funde (Frequenzzahl).
3. Dritte Zahlenreihe = absolute Zahl der **berechneten** Funde (Frequenz).
4. Vierte Zahlenreihe = relative Zahl der **berechneten** Funde (Frequenzzahl).
5. Die **Frequenzzahl** entspricht der relativen Zahl der Funde, ausgedrückt in Prozent aller untersuchten Standorte der betreffenden Gehaltsklasse.

*) Die Ergebnisse der Schlämmlung der untersuchten Ackerböden wurden von uns zur Feststellung des Einflusses des Dispersitätsgrades der Standorte auf die Verbreitung der einzelnen Ackerunkrautarten nur in Bezug auf den Tongehalt variationsstatistisch ausgewertet. Soweit der physikalische Zustand des Bodens das Vorkommen der einzelnen Pflanzenart beeinflusst, ist hier in erster Linie der Tongehalt massgebend, so dass die variationsstatistische Auswertung der Ergebnisse der Schlämmlung in Bezug auf den Fein- und Grobsandgehalt unterlassen werden kann.

I. Beobachtete und berechnete Verteilung der Standorte der einzelnen Ackerunkrautarten nach prozentualem Gehalt an Ton

Unkrautarten	Gehaltsklassen										
	7,5 bis 12,5	12,5 bis 17,5	17,5 bis 22,5	22,5 bis 27,5	27,5 bis 32,5	32,5 bis 37,5	37,5 bis 42,5	42,5 bis 47,5	47,5 bis 52,5	52,5 bis 57,5	57,5 bis 62,5
Gesamtzahl der Aufnahmen											
Beobachtet: absolut	—	4	17	66	91	50	24	6	3	7	4
%	—	1,5	6,3	24,3	33,4	18,4	8,8	2,2	1,1	2,5	1,5
Berechnet: absolut	1,9	8,4	24,7	49,3	66,6	61,1	38,0	16,0	4,6	0,9	—
%	0,7	3,1	9,1	18,2	24,5	22,5	14,0	5,9	1,7	0,3	—
1. Equisetum arvense L.											
Beobachtet: absolut	—	1	12	36	31	23	12	1	—	1	3
Frequenzzahl	—	25,0	70,6	54,6	34,1	46,0	50,0	16,7	—	14,3	75,0
Berechnet: absolut	1,1	4,6	12,8	23,8	30,0	25,4	14,6	5,6	1,5	0,2	—
Frequenzzahl	57,9	54,8	51,8	48,3	45,0	41,5	38,4	35,0	32,6	22,2	—
2. Alopecurus agrestis L.											
Beobachtet: absolut	—	—	3	27	38	20	6	2	1	4	—
Frequenzzahl	—	—	17,7	41,0	41,8	40,0	25,0	33,4	33,3	57,1	—
Berechnet: absolut	0,3	2,0	7,9	18,8	27,5	24,8	13,8	4,7	1,0	0,1	—
Frequenzzahl	15,8	23,8	32,0	38,1	41,3	40,6	36,3	29,4	21,7	13,3	—
3. Agrostis Spica venti L.											
Beobachtet: absolut	—	4	14	52	55	17	3	—	1	2	2
Frequenzzahl	—	100,0	82,4	78,8	60,5	34,0	12,5	—	33,3	28,6	50,0
Berechnet: absolut	1,3	6,7	20,3	37,3	41,5	28,3	11,4	3,0	0,4	—	—
Frequenzzahl	68,4	79,8	82,2	75,7	62,3	46,3	30,0	18,7	8,7	—	—
4. Agrostis alba L.											
Beobachtet: absolut	—	1	7	19	26	29	13	3	—	3	1
Frequenzzahl	—	25,0	41,2	28,8	28,6	58,0	54,2	50,0	—	42,9	25,0
Berechnet: absolut	0,4	2,2	7,4	16,6	24,7	24,5	16,2	7,1	2,1	0,4	—
Frequenzzahl	23,1	26,4	30,1	33,7	37,1	40,1	42,7	44,6	45,6	45,6	—
5. Poa trivialis L.											
Beobachtet: absolut	—	4	11	48	73	49	18	3	1	5	1
Frequenzzahl	—	100,0	64,7	72,8	80,2	98,0	75,0	50,0	33,3	71,4	25,0
Berechnet: absolut	0,8	4,9	18,0	41,2	53,1	50,9	27,5	9,2	1,9	0,2	—
Frequenzzahl	42,6	58,2	72,9	83,6	87,3	83,3	72,3	57,3	41,1	26,7	—

Unkrautarten

Gehaltssklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

6. *Agropyron repens (L.) Pal.*

—	—	—	—	—	—	1	1	9	1	2	1	1
—	—	—	—	—	—	11,8	7,6	12,1	36,0	37,5	16,7	—
—	—	—	—	—	—	0,5	2,1	5,8	10,5	9,9	5,2	—
—	—	—	—	—	—	6,0	8,5	11,8	15,7	20,5	26,2	32,6
											39,3	45,5

7. *Rumex obtusifolius L.*

—	—	—	—	—	—	1	2	15	29	11	2	—
—	—	—	—	—	—	25,0	11,8	22,7	31,9	30,0	45,8	33,4
—	—	—	—	—	—	1,0	4,8	13,6	21,9	20,2	10,6	3,2
—	—	—	—	—	—	11,4	19,4	27,5	32,9	33,1	28,0	19,9
											11,7	—

8. *Polygonum aviculare L.*

—	—	—	—	—	—	3	15	47	64	45	22	5
—	—	—	—	—	—	75,0	88,3	71,3	70,3	90,0	91,7	83,3
1,6	—	—	—	—	—	6,5	18,6	36,7	50,2	47,4	31,1	14,1
83,1	—	—	—	—	—	77,5	75,2	74,4	75,3	77,6	81,7	88,0
											95,8	105,5

9. *Polygonum Persicaria L.*

—	—	—	—	—	—	2	4	7	16	11	10	1
—	—	—	—	—	—	50,0	23,5	10,6	17,6	22,0	41,7	16,7
0,3	—	—	—	—	—	1,4	4,2	8,8	12,5	12,2	8,2	3,8
16,8	—	—	—	—	—	16,8	17,2	17,8	18,7	19,9	21,5	23,5
												25,6

10. *Polygonum mite Schrank*

—	—	—	—	—	—	3	7	22	23	17	10	3
—	—	—	—	—	—	75,0	41,2	33,3	25,3	34,0	41,7	50,0
0,6	—	—	—	—	—	2,9	8,7	17,2	22,3	19,1	10,8	4,0
34,2	—	—	—	—	—	35,0	35,4	34,9	33,4	31,2	28,4	25,1
											21,5	20,0

11. *Polygonum Hydropiper L.*

—	—	—	—	—	—	1	2	10	12	1	—	—
—	—	—	—	—	—	25,0	11,8	15,2	13,2	2,0	—	—
—	—	—	—	—	—	0,2	3,1	11,2	9,5	1,9	0,1	—
—	—	—	—	—	—	2,5	12,7	22,6	14,2	3,1	0,3	—
												—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

12. Polygonum Convolvulus L.

—	4	14	46	67	41	21	5	3	5	2
—	100,0	82,4	69,7	73,6	82,0	87,5	83,3	100,0	71,4	50,0
1,4	6,3	18,6	37,4	50,9	46,9	29,4	12,4	3,6	0,7	—
75,8	74,7	75,4	75,8	76,3	76,8	77,2	77,8	77,8	76,6	—

13. Chenopodium polyspermum L.

—	1	1	9	22	9	9	—	—	2	—
—	25,0	5,9	13,6	24,2	18,0	37,5	—	—	28,6	—
0,1	1,1	3,4	8,9	14,2	13,7	8,1	2,9	0,6	—	—
5,8	13,2	13,9	18,1	21,3	22,5	21,3	18,2	13,7	—	—

14. Chenopodium album L.

—	4	12	34	57	33	16	3	3	4	2
—	100,0	70,6	51,6	62,6	66,0	66,7	50,0	100,0	57,1	50,0
1,3	5,4	15,2	30,1	40,4	37,3	23,6	10,3	3,1	0,6	—
69,0	64,6	61,7	61,0	60,7	61,0	62,2	64,4	67,2	70,0	—

15. Atriplex patulum L.

—	—	1	4	16	16	12	2	—	2	2
—	—	5,9	6,1	17,6	32,0	50,0	33,4	—	28,6	50,0
—	0,5	2,0	5,7	10,7	13,6	11,8	6,9	2,8	0,7	—
—	5,9	8,3	11,6	16,1	22,2	31,0	43,2	60,0	82,2	—

16. Agrostemma Githago L.

—	1	4	6	11	3	—	2	—	—	1
—	25,0	23,5	9,1	12,1	6,0	—	33,4	—	—	25,0
0,5	1,6	3,4	5,5	6,3	5,2	3,2	1,4	0,4	—	—
27,9	19,1	13,7	11,2	9,5	8,6	8,4	8,8	9,8	—	—

17. Stellaria media (L.) Vill.

—	4	7	24	45	22	8	3	1	5	2
—	100,0	41,2	36,4	49,5	44,0	33,3	50,0	33,3	71,4	50,0
1,3	4,6	11,5	20,8	27,2	25,5	17,3	8,5	3,0	0,8	—
68,0	54,8	46,6	42,2	40,9	41,7	45,5	53,1	65,1	88,9	—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

	7,5 bis 12,5	12,5 bis 17,5	17,5 bis 22,5	22,5 bis 27,5	27,5 bis 32,5	32,5 bis 37,5	37,5 bis 42,5	42,5 bis 47,5	47,5 bis 52,5	52,5 bis 57,5	57,5 bis 62,5
18. <i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	—	—	—	5	30	38	11	5	1	1	2
	—	—	—	29,4	45,4	41,8	22,0	20,8	16,7	14,3	50,0
	0,5	2,8	9,7	20,4	26,2	20,4	9,7	2,8	0,5	—	—
	25,5	33,3	39,3	41,4	39,3	33,3	25,5	17,5	10,9	—	—
19. <i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	—	—	—	3	10	22	17	2	—	—	—
	—	—	—	17,6	15,2	24,2	34,0	8,3	—	—	—
	—	0,1	1,8	11,6	23,1	14,4	2,8	0,2	—	—	—
	—	1,1	7,4	23,5	34,7	23,5	7,4	1,1	—	—	—
20. <i>Sagina procumbens</i> L.	—	—	—	1	30	15	5	2	—	1	—
	—	—	—	5,9	45,5	16,5	10,0	8,3	—	14,3	—
	0,1	1,1	6,2	16,2	18,6	9,4	2,1	0,2	—	—	—
	5,2	12,6	25,3	32,9	27,8	15,4	5,5	1,2	—	—	—
21. <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	—	—	—	2	7	21	15	3	—	1	—
	—	50,0	41,2	31,8	29,7	30,0	12,5	—	—	14,3	—
	0,2	1,9	8,5	19,9	24,2	15,3	5,0	0,9	—	—	—
	11,0	22,2	34,2	40,2	36,3	25,1	13,3	5,4	—	—	—
22. <i>Ranunculus arvensis</i> L.	—	—	—	5	13	34	25	8	2	6	—
	—	—	—	29,4	19,7	37,4	50,0	33,3	50,0	66,7	85,7
	—	1,8	6,1	13,8	21,5	23,0	16,9	8,5	2,9	0,7	—
	—	21,9	24,6	28,1	32,3	37,6	44,5	53,1	64,1	78,4	—
23. <i>Ranunculus repens</i> L.	—	—	—	2	12	52	75	40	3	1	3
	—	50,0	70,6	78,8	82,4	80,0	87,5	50,0	33,3	71,4	75,0
	1,2	5,8	18,8	39,7	54,7	49,6	29,3	11,3	2,8	0,5	—
	61,6	69,0	76,0	80,5	83,5	81,1	77,1	70,6	62,0	52,2	—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

24. Papaver Rhoeas L.

—	4	13	34	62	30	13	3	2	4	3
—	100,0	76,0	51,5	68,1	60,0	54,2	50,0	66,7	57,1	75,0
1,5	6,0	16,3	30,7	40,0	36,3	22,9	10,0	3,0	0,6	—
81,5	71,9	66,1	62,2	60,1	59,4	60,3	62,6	66,4	71,1	—

25. Thlaspi arvense L.

—	—	2	3	15	12	5	1	—	2	—
—	—	11,8	4,6	16,5	24,0	20,8	16,7	—	28,6	—
—	0,4	1,9	5,5	9,9	10,9	7,4	3,1	0,8	—	—
—	4,8	7,6	11,2	14,8	17,8	19,4	19,2	17,2	—	—

26. Sinapis arvensis L.

—	—	—	4	12	19	11	1	1	1	2
—	—	—	6,1	13,2	38,0	45,8	16,7	33,3	14,3	50,0
—	0,3	1,4	4,7	9,8	13,4	11,7	6,6	2,4	0,6	—
—	3,3	5,8	9,5	14,8	21,9	30,8	41,3	52,0	62,2	—

27. Raphanus Raphanistrum L.

—	—	3	13	11	9	2	1	—	—	—
—	—	17,6	19,7	12,1	18,0	8,3	16,7	—	—	—
—	0,5	3,3	9,8	13,6	8,7	2,6	0,4	—	—	—
—	6,1	13,3	19,9	20,4	14,3	6,8	2,2	—	—	—

28. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus

—	2	7	15	23	20	9	2	1	3	—
—	50,0	41,2	22,7	25,3	40,0	37,5	33,4	33,3	42,9	—
0,6	2,4	7,1	14,3	19,7	18,5	11,9	5,3	1,6	0,3	—
29,5	28,9	28,8	29,0	29,6	30,3	31,4	32,9	34,8	36,6	—

29. Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.

—	—	1	15	14	7	—	—	—	3	—
—	—	5,9	22,7	15,4	14,0	—	—	—	42,9	—
0,3	1,4	4,1	7,8	10,0	8,6	5,0	1,9	0,5	—	—
17,4	17,0	16,6	15,9	15,1	14,1	13,2	12,1	11,1	—	—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

30. *Alchemilla arvensis* (L.) Scop.

—	1	11	43	55	15	—	—	1	2	—
—	25,0	64,7	65,2	60,4	30,0	—	—	33,3	28,6	—
0,2	2,7	14,7	37,2	43,4	23,3	5,7	0,6	—	—	—
10,5	32,1	59,5	75,4	65,2	38,1	15,0	4,4	—	—	—

31. *Trifolium pratense* L.

—	—	2	23	25	20	10	3	1	1	—
—	—	11,8	34,9	27,5	40,0	41,7	50,0	33,3	14,3	—
0,1	1,0	5,1	15,1	24,7	22,9	11,9	3,5	0,6	—	—
5,3	11,8	20,8	30,5	37,1	37,4	31,3	21,7	12,4	—	—

32. *Trifolium repens* L.

—	3	9	33	57	37	16	2	1	1	4
—	75,0	53,0	50,0	63,6	74,0	66,7	33,4	33,3	14,3	100,0
1,0	4,7	14,7	30,4	41,5	37,3	22,1	8,6	2,2	0,4	—
51,0	55,5	59,3	61,7	62,3	61,0	58,1	53,1	48,0	41,1	—

33. *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray

—	2	6	44	55	23	12	1	2	2	1
—	50,0	35,3	66,7	60,5	46,0	50,0	16,7	66,7	28,6	25,0
0,5	3,6	13,8	31,4	42,6	34,2	16,3	4,6	0,8	—	—
28,4	42,5	55,7	63,8	64,0	56,1	42,9	28,8	16,5	—	—

34. *Vicia tetrasperma* (L.) Mönch

—	—	3	23	20	12	9	1	2	2	—
—	—	17,6	34,9	23,0	24,0	37,5	16,7	66,7	28,6	—
0,3	1,8	6,0	13,1	18,5	17,0	10,1	4,0	1,0	0,2	—
17,9	21,3	24,3	26,5	27,7	27,8	26,7	24,6	21,5	17,8	—

35. *Vicia sativa* L.

—	2	13	34	41	17	7	2	2	1	3
—	50,0	76,5	51,5	45,0	34,0	29,2	33,4	66,7	14,3	75,0
1,5	5,5	14,0	24,4	29,5	24,7	14,3	5,7	1,6	0,3	—
80,0	66,0	56,6	49,5	44,3	40,4	37,6	35,9	34,6	33,3	—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

36. Euphorbia Helioscopia L.

—	1	4	6	14	5	6	3	—	—	—
0,2	25,0	23,5	9,1	15,4	10,0	25,0	50,0	—	—	—
8,9	1,0	3,4	7,4	10,4	9,2	5,1	1,8	0,4	—	—
—	11,4	13,6	15,1	15,6	15,1	13,4	11,3	8,7	—	—

37. Euphorbia exigua L.

—	1	2	16	32	26	14	2	2	5	1
—	25,0	11,8	24,2	35,2	52,0	58,4	33,4	66,7	71,4	25,0
0,3	1,7	6,0	13,9	22,2	24,4	18,4	9,5	3,4	0,8	—
18,4	20,8	24,1	28,1	33,3	40,0	48,5	59,6	73,9	92,2	—

38. Viola tricolor L.

—	2	12	47	72	38	13	5	2	6	4
—	50,0	70,6	71,2	79,1	76,0	54,2	83,3	66,7	85,7	100,0
1,6	6,5	18,2	35,2	47,4	44,4	28,9	13,1	4,1	0,9	—
85,8	77,9	73,7	71,5	71,2	72,7	76,0	81,9	89,5	100,0	—

39. Anagallis arvensis L.

—	1	9	30	49	32	11	4	2	5	3
—	25,0	53,0	45,5	53,9	64,0	45,8	66,7	66,7	71,4	75,0
1,1	4,4	12,1	23,8	33,1	32,5	22,6	11,1	3,9	0,9	—
58,4	51,9	49,1	48,2	49,7	53,2	59,6	69,6	84,3	105,6	—

40. Anagallis coerulea (Schreber) Schinz
u. Keller

—	1	5	13	12	11	10	1	—	1	1
—	25,0	29,4	19,7	13,2	22,0	41,7	16,7	—	14,3	25,0
0,5	1,8	4,9	9,5	12,7	12,1	8,0	3,8	1,2	0,3	—
24,7	21,7	20,0	19,2	19,1	19,8	21,1	23,5	27,0	31,1	—

41. Convolvulus arvensis L.

—	3	13	29	65	38	22	6	3	4	4
—	75,0	76,5	44,0	71,4	76,0	91,7	100,0	100,0	57,1	100,0
1,3	5,2	14,9	29,9	42,3	42,2	29,6	14,7	5,1	1,3	—
67,9	62,3	60,3	60,7	63,4	69,0	78,0	91,8	111,5	140,0	—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

42. *Myosotis arvensis* (L.) Hill

—	2	14	56	81	38	19	4	3	7	3
—	50,0	82,4	84,9	89,0	76,0	79,2	66,7	100,0	100,0	75,0
1,7	7,2	20,8	41,0	55,2	50,7	31,7	13,6	3,9	0,8	—
89,0	85,5	94,1	83,3	82,8	82,9	83,5	84,7	85,8	86,7	—

43. *Lithospermum arvense* L.

—	1	2	11	13	7	5	3	2	1	—
—	25,0	11,8	16,7	14,3	14,0	20,8	50,0	66,7	14,3	—
0,3	1,3	3,7	7,3	10,2	10,1	6,9	3,5	1,2	0,3	—
16,8	15,5	14,8	14,7	15,3	16,5	18,1	21,6	26,1	32,2	—

44. *Prunella vulgaris* L.

—	—	—	13	14	11	8	1	—	—	—
—	—	—	19,7	15,4	22,0	33,3	16,7	—	—	—
—	0,2	1,8	8,0	15,9	14,2	5,7	1,1	0,1	—	—
—	2,1	7,3	16,2	23,9	23,3	15,1	6,7	1,7	—	—

45. *Galeopsis Tetrahit* L.

—	—	—	7	29	19	8	3	—	1	1
—	—	—	10,6	31,9	38,0	33,3	50,0	—	14,3	25,0
—	0,4	2,5	9,7	19,4	20,5	11,5	3,4	0,5	—	—
—	4,6	10,3	19,6	29,1	33,6	30,2	21,2	11,3	—	—

46. *Lamium purpureum* L.

—	3	6	8	25	12	7	1	1	3	—
—	75,0	35,3	12,1	27,5	24,0	29,2	16,7	33,3	42,9	—
0,7	2,4	6,3	11,6	15,2	14,1	9,3	4,4	1,4	0,3	—
34,7	28,8	25,4	23,5	22,8	23,1	24,5	27,3	31,5	37,8	—

47. *Mentha arvensis* L.

—	—	2	13	4	4	6	2	—	—	—
—	—	11,8	19,7	4,4	8,0	25,0	33,4	—	—	—
—	0,8	2,8	6,2	8,4	7,2	3,8	1,3	0,3	—	—
—	9,6	11,5	12,5	12,6	11,7	10,1	8,0	5,6	—	—

Unkrautarten

Gehaltssklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

48. *Veronica arvensis* L.

—	1	8	31	56	19	2	—	—	1	—
—	25,0	47,1	47,0	61,5	38,0	8,3	—	—	—	—
—	0,9	9,2	33,7	45,9	23,4	4,4	0,3	—	—	—
—	11,3	37,4	68,3	68,9	38,2	11,7	1,9	—	—	—

49. *Veronica Tournefortii* Gmelin

—	2	13	21	54	29	17	2	1	5	4
—	50,0	76,5	31,8	59,3	58,0	70,8	33,4	33,3	71,4	100,0
1,3	4,8	12,6	23,7	32,4	32,0	22,9	11,9	4,5	1,2	—
70,5	57,5	50,9	48,1	48,1	52,4	60,3	74,3	97,2	134,5	—

50. *Plantago major* L.

—	1	5	25	23	22	14	1	2	5	—
—	25,0	29,4	37,9	25,3	44,0	58,4	16,7	66,7	71,4	—
0,6	2,7	7,7	15,7	22,4	22,3	15,5	7,6	2,6	0,6	—
33,7	31,7	31,3	31,9	33,6	36,5	40,8	47,4	56,1	67,8	—

51. *Sherardia arvensis* L.

—	1	7	19	25	11	9	1	2	2	3
—	25,0	41,2	28,8	27,5	22,0	37,5	16,7	66,7	28,6	75,0
1,1	3,4	7,6	12,8	16,4	16,0	11,8	6,6	2,8	0,9	—
60,5	40,4	30,6	26,0	24,6	26,1	31,0	41,1	60,7	100,0	—

52. *Galium Aparine* L.

—	1	11	43	69	38	15	3	2	2	3
—	25,0	64,7	65,2	75,8	76,0	62,5	50,0	66,7	28,6	75,0
0,8	4,4	15,8	35,6	50,3	44,5	24,7	8,6	1,9	0,2	—
40,0	52,3	63,9	72,2	75,5	74,1	65,1	53,7	40,6	27,7	—

53. *Valerianella olitoria* (L.) Poll.

—	1	4	28	29	8	2	1	—	4	—
—	25,0	23,5	42,5	31,9	16,0	8,3	16,7	—	57,1	—
1,2	4,0	9,4	15,5	18,1	14,9	8,7	3,6	1,0	0,2	—
63,1	47,6	57,9	31,4	27,2	24,4	22,9	22,4	22,6	23,3	—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

54. *Valerianella dentata* (L.) Poll.

—	—	3	6	3	6	4	—	1	2	—
—	—	17,7	9,1	3,3	12,0	16,7	—	33,3	28,6	—
—	0,9	2,0	3,6	4,8	5,0	4,0	2,5	1,2	0,4	—
—	10,7	8,3	7,2	7,2	8,2	10,5	15,4	25,2	46,6	—

55. *Legousia Speculum Veneris* (L.) Fischer

—	1	6	13	14	3	1	1	1	2	1
—	25,0	35,3	19,7	15,4	6,0	4,2	16,7	33,3	28,6	25,0
1,1	2,7	5,2	7,7	8,8	7,7	5,2	2,7	1,1	0,3	—
37,9	32,1	21,1	15,6	13,1	12,6	13,7	16,9	23,9	36,7	—

56. *Achillea Millefolium* L.

—	—	8	11	15	13	8	1	—	1	1
—	—	47,1	16,7	16,5	26,0	33,3	16,7	—	14,3	25,0
0,4	1,9	5,3	10,5	14,0	12,9	8,1	3,5	1,0	0,2	—
23,7	22,3	21,6	21,2	21,1	21,1	21,3	21,8	22,4	23,3	—

57. *Matricaria Chamomilla* L.

—	—	4	33	22	9	1	—	1	3	—
—	—	23,5	50,0	24,2	18,0	4,2	—	33,3	42,9	—
0,6	2,8	8,9	17,0	20,1	14,7	6,6	1,8	0,3	—	—
29,5	33,9	35,8	34,4	30,2	24,7	17,4	11,5	6,7	—	—

58. *Chrysanthemum Leucanthemum* L.

—	—	1	8	16	9	1	1	1	—	—
—	—	5,9	12,1	17,6	18,0	4,2	16,7	33,3	—	—
—	0,2	2,0	7,3	12,7	10,2	3,8	0,7	—	—	—
—	2,8	7,9	14,8	19,1	16,7	10,0	4,1	—	—	—

59. *Senecio vulgaris* L.

—	1	5	8	20	16	10	2	—	1	—
—	25,0	29,4	12,1	22,0	32,0	41,7	33,4	—	14,3	—
—	0,9	4,1	10,8	17,1	16,3	9,4	3,6	0,7	—	—
—	11,3	16,7	21,9	25,6	26,7	24,9	22,3	15,2	—	—

Unkrautarten

Gehaltssklassen

7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

60. *Cirsium arvense* (L.) Scop.

—	—	4	36	37	28	18	4	3	2
—	—	23,5	54,6	40,7	56,0	75,0	66,7	100,0	42,9
0,2	3,0	9,7	21,4	31,8	32,2	22,0	10,2	3,2	0,7
11,0	35,2	39,2	43,3	47,9	52,7	58,0	63,6	69,1	74,4

61. *Centaurea Cyanus* L.

—	3	5	24	8	4	1	—	1	3
—	75,0	29,4	36,4	8,8	8,0	4,2	—	33,3	42,9
1,5	3,8	7,2	10,1	10,5	8,1	4,6	2,0	0,6	—
77,4	45,0	29,0	20,4	15,7	13,2	12,1	12,2	13,2	—

62. *Lapsana communis* L.

—	—	—	4	7	16	1	2	1	1
—	—	—	6,1	7,7	32,0	4,2	33,4	33,3	14,3
—	—	0,9	3,4	7,6	9,6	6,9	2,8	0,6	—
—	—	3,5	6,9	11,4	15,6	18,1	17,4	13,9	—

63. *Taraxacum officinale* Weber

—	—	9	25	38	33	17	4	1	4
—	—	53,0	37,9	41,8	66,0	70,9	66,7	33,3	57,1
0,4	2,3	8,9	21,7	33,6	33,0	20,5	8,1	2,0	0,3
19,5	27,3	35,9	44,1	50,5	54,1	54,0	50,3	43,5	34,4

64. *Sonchus asper* (L.) Hill

—	1	10	30	46	32	20	5	3	3
—	25,0	58,8	45,5	50,6	64,0	83,3	83,3	100,0	42,9
0,9	4,0	11,7	24,1	34,8	35,0	24,6	12,1	4,1	1,0
48,9	47,1	47,3	49,0	52,2	57,3	64,7	75,4	89,8	110,0

65. *Sonchus arvensis* L.

—	1	1	13	5	9	13	2	—	3
—	25,0	5,9	19,7	5,5	18,0	54,2	33,4	—	42,9
0,4	1,2	3,1	6,0	8,9	10,0	8,6	5,5	2,7	1,0
18,9	14,5	12,6	12,3	13,4	16,4	22,4	34,5	59,1	113,4

II. Verteilung der Standorte der einzelnen Ackerunkrautarten nach prozentualem Gehalt an Bodenskelett
(Bodenteile > 2 mm ϕ)

Unkrautarten	Gehaltsklassen												
	0 bis 2,5	2,5 bis 7,5	7,5 bis 12,5	12,5 bis 17,5	17,5 bis 22,5	22,5 bis 27,5	27,5 bis 32,5	32,5 bis 37,5	37,5 bis 42,5	42,5 bis 47,5	47,5 bis 52,5	52,5 bis 57,5	57,5 bis 62,5
Gesamtzahl der Aufnahmen													
Frequenz	26	47	36	46	44	40	21	6	2	1	—	1	2
Frequenzzahl	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	—	100,0	100,0
1. Equisetum arvense L.													
Frequenz	16	35	12	18	12	18	3	2	1	1	—	1	1
Frequenzzahl	61,5	74,5	33,3	39,1	27,3	45,0	14,3	33,3	50,0	100,0	—	100,0	50,0
2. Alopecurus agrestis L.													
Frequenz	6*)	12	9	23	20	20	7	2	—	—	—	1	1
Frequenzzahl	23,1**)	25,5	25,0	50,0	45,5	50,0	33,3	33,3	—	—	—	100,0	50,0
3. Agrostis Spica venti L.													
Frequenz	18	27	19	29	25	20	8	1	1	1	—	1	—
Frequenzzahl	69,3	57,5	52,8	63,1	56,9	50,0	38,1	16,7	50,0	100,0	—	100,0	—
4. Agrostis alba L.													
Frequenz	8	22	13	19	12	16	8	3	—	1	—	—	—
Frequenzzahl	30,8	46,8	36,1	41,3	27,3	40,0	38,1	50,0	—	100,0	—	—	—
5. Poa trivialis L.													
Frequenz	18	35	30	37	34	34	15	5	2	1	—	1	1
Frequenzzahl	69,3	74,5	83,4	80,4	77,3	85,0	71,5	83,4	100,0	100,0	—	100,0	50,0
6. Agropyron repens (L.) Pal.													
Frequenz	4	5	7	8	7	7	5	5	—	1	—	—	—
Frequenzzahl	15,4	10,6	19,4	17,4	15,9	17,5	23,8	83,4	—	100,0	—	—	—

*) Erste Zahlenreihe = absolute Zahl der beobachteten Funde (Frequenz).

**) zweite Zahlenreihe = relative Zahl der beobachteten Funde (Frequenzzahl).

Unkrautarten

Gehaltsklassen

0 bis 2,5 bis 7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

16. <i>Agrostemma Githago</i> L.	2 7,7	4 8,5	7 19,4	2 4,3	1 2,2	5 12,5	7 33,3	—	—	—	—	—	—
17. <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	12 46,2	21 44,7	18 50,0	19 41,3	21 47,7	17 42,5	8 38,1	2 33,3	1 50,0	1 100,0	—	—	—
18. <i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	7 26,9	12 25,5	16 44,5	20 43,5	16 36,4	15 37,5	4 19,1	1 16,7	1 50,0	—	—	—	—
19. <i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	5 19,2	9 19,1	8 22,2	5 10,8	11 25,0	10 25,0	3 14,3	3 50,0	—	—	—	—	—
20. <i>Sagina procumbens</i> L.	10 38,5	11 23,4	7 19,5	14 30,4	5 11,4	6 15,0	—	—	1 16,7	—	—	—	—
21. <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	6 23,1	13 27,6	10 27,8	15 32,6	10 22,7	11 27,5	7 33,3	1 16,7	2 100,0	—	—	—	—
22. <i>Ranunculus arvensis</i> L.	4 15,4	9 19,1	9 25,0	20 43,5	19 43,2	17 42,5	9 42,9	3 50,0	2 100,0	1 100,0	2 100,0	—	—
23. <i>Ranunculus repens</i> L.	17 65,4	40 85,1	30 83,4	37 80,4	35 79,6	27 67,6	20 95,3	6 100,0	1 50,0	—	—	—	—
24. <i>Papaver Rhoeas</i> L.	14 53,9	24 51,0	22 61,1	28 60,9	30 68,2	27 67,6	15 71,5	4 66,7	2 100,0	1 100,0	—	—	—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

0 bis 2,5 bis 7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

25. <i>Thlaspi arvense</i> L.	5	4	1	6	6	10	4	3	1	—	—	—
	19,2	8,5	2,8	13,1	13,6	25,0	19,1	50,0	50,0	—	—	—
26. <i>Sinapis arvensis</i> L.	4	8	5	5	13	10	5	1	—	—	—	—
	15,4	17,1	13,9	10,9	29,6	25,0	23,8	16,7	—	—	—	—
27. <i>Raphanus Raphanistrum</i> L.	6	4	3	4	8	11	2	1	—	—	—	—
	23,1	8,5	8,3	8,7	18,2	27,5	9,5	16,7	—	—	—	—
28. <i>Capsella Bursa pastoris</i> (L.) Medikus	10	13	14	12	9	15	4	2	2	—	—	1
	38,5	27,6	38,9	26,1	20,4	37,5	19,1	33,3	100,0	—	—	100,0
29. <i>Arabisopsis Thaliana</i> (L.) Heynh.	2	3	6	15	10	2	2	—	—	—	—	—
	7,7	6,4	16,7	32,6	22,7	5,0	9,5	—	—	—	—	—
30. <i>Alchemilla arvensis</i> (L.) Scop.	9	17	17	29	26	17	8	1	2	1	—	—
	34,6	36,2	47,3	63,1	59,1	42,5	38,1	16,7	100,0	100,0	—	100,0
31. <i>Trifolium pratense</i> L.	11	12	11	16	11	14	8	1	—	—	—	1
	42,3	25,5	30,6	34,8	25,0	35,0	38,1	16,7	—	—	—	50,0
32. <i>Trifolium repens</i> L.	12	25	28	25	31	25	13	2	—	1	—	—
	46,2	53,2	77,8	54,4	70,5	62,5	61,9	33,3	—	100,0	—	100,0
33. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	9	21	22	29	31	19	11	2	2	1	—	—
	34,6	44,7	61,1	63,1	70,5	47,5	52,4	33,3	100,0	100,0	—	100,0

Unkrautarten

Gehaltssklassen

0 bis 2,5 bis 7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

34. *Vicia tetrasperma* (L.) Mönch

7	8	9	21	9	12	3	2	1	—
26,9	17,0	23,0	45,7	20,4	30,0	14,3	33,3	—	100,0

35. *Vicia sativa* L.

14	19	17	25	23	10	8	1	2	1	2
54,0	40,4	47,2	54,4	52,3	25,0	13,3	16,7	100,0	—	100,0

36. *Euphorbia Helioscopia* L.

6	4	6	4	7	4	7	—	—	—	1
23,1	8,5	16,7	8,7	15,9	10,0	33,3	—	—	—	50,0

37. *Euphorbia exigua* L.

8	16	12	16	21	14	9	3	2	—	—
30,8	34,0	33,3	34,8	47,8	35,0	42,9	50,0	100,0	—	—

38. *Viola tricolor* L.

13	32	26	36	36	30	17	5	2	1	2
50,0	68,1	72,3	78,3	82,0	75,0	81,0	83,4	100,0	100,0	100,0

39. *Anagallis arvensis* L.

7	36	21	24	22	18	10	4	2	1	1
26,9	76,6	58,3	52,2	50,0	45,0	16,7	66,7	100,0	100,0	100,0

40. *Anagallis coerulea* (Schreber) Schinz u. Keller

15	3	5	6	6	11	6	3	—	—	—
57,7	6,4	13,9	13,1	13,6	27,5	28,6	50,0	—	—	—

41. *Convolvulus arvensis* L.

16	31	22	31	29	34	13	5	2	1	2
61,1	66,0	61,1	67,4	66,0	85,0	61,9	83,4	100,0	100,0	100,0

Unkrautarten

Gehaltsklassen

0 bis 2,5 bis 7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

42. *Myosotis arvensis* (L.) Hill

18	38	32	40	38	31	20	4	2	1	1	2
69,2	80,8	89,0	87,0	86,4	77,5	95,3	66,7	100,0	100,0	100,0	100,0

43. *Lithospermum arvense* L.

1	3	3	9	8	8	7	3	1	—	—	2
3,8	6,4	8,3	19,6	18,2	20,0	33,3	50,0	50,0	—	—	100,0

44. *Prunella vulgaris* L.

8	6	7	8	5	6	4	3	—	—	—	—
30,8	12,8	19,5	17,4	11,4	15,0	19,1	50,0	—	—	—	—

45. *Galeopsis Tetrahit* L.

1	10	12	9	15	8	8	3	—	—	—	—
3,8	21,3	33,3	19,6	34,1	20,0	38,1	50,0	—	—	—	—

46. *Lamium purpureum* L.

11	11	6	9	10	13	3	2	—	—	—	—
42,3	23,4	16,7	19,6	22,7	32,5	14,3	33,3	—	—	—	—

47. *Mentha arvensis* L.

6	3	6	5	2	5	1	2	—	—	—	1
23,1	6,4	16,7	10,9	45,5	12,5	4,7	33,3	—	—	—	50,0

48. *Veronica arvensis* L.

7	17	18	22	27	14	8	2	2	—	—	1
26,9	36,2	50,0	47,8	61,4	35,0	38,1	33,3	100,0	—	—	100,0

49. *Veronica Tournefortii* Gmelin

13	24	20	23	28	23	11	3	1	1	—	—
50,0	51,1	55,6	50,0	63,7	57,5	52,4	50,0	50,0	100,0	—	100,0

Unkrautarten

Gehaltsklassen

0 bis 2,5 bis 7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

50. *Plantago major* L.

11	17	18	17	12	15	4	3	1	—	—	—
42,3	36,2	50,0	37,0	27,3	37,5	19,1	50,0	—	100,0	—	—

51. *Sherardia arvensis* L.

6	13	4	22	12	10	8	3	1	—	—	—
23,1	27,7	11,1	47,8	27,3	25,0	38,1	50,0	—	—	—	—

52. *Galium Aparine* L.

18	30	26	26	33	27	16	5	2	1	—	1	2
69,2	63,8	72,2	56,5	75,0	67,5	76,2	83,4	100,0	100,0	—	100,0	100,0

53. *Valerianella olitoria* (L.) Pollich

5	9	10	19	19	8	2	1	2	—	—	1	1
19,2	19,1	27,8	41,3	43,2	20,0	9,5	16,7	100,0	—	—	100,0	50,0

54. *Valerianella dentata* (L.) Pollich

3	4	1	7	4	2	3	—	1	—	—	—	—
11,5	8,5	2,8	15,2	9,1	5,0	14,3	—	50,0	—	—	—	—

55. *Legousia Speculum Veneris* (L.) Fischer

9	8	3	7	6	5	4	1	—	—	—	—	—
34,6	17,0	8,3	15,2	13,6	12,5	19,1	16,7	—	—	—	—	—

56. *Achillea Millefolium* L.

7	8	10	8	7	9	5	4	—	—	—	—	—
26,9	17,0	27,8	17,4	15,9	22,5	23,8	66,7	—	—	—	—	—

57. *Matricaria Chamomilla* L.

11	13	9	19	9	9	2	—	—	1	—	—	—
42,3	27,6	25,0	41,3	20,5	22,5	9,5	—	—	100,0	—	—	—

Unkrautarten

Gehaltsklassen

0 bis 2,5 bis 7,5 bis 12,5 bis 17,5 bis 22,5 bis 27,5 bis 32,5 bis 37,5 bis 42,5 bis 47,5 bis 52,5 bis 57,5 bis 62,5

58. <i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> L.	5 19,2	6 16,7	5 10,9	8 18,2	7 17,5	1 4,7	—	—	—	—	—	—	—
59. <i>Senecio vulgaris</i> L.	6 23,1	8 17,0	6 16,7	11 23,9	8 18,2	15 37,5	4 19,1	3 50,0	1 50,0	—	—	—	—
60. <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	11 42,3	23 49,0	20 55,6	25 54,4	16 36,4	21 52,5	12 57,2	2 33,3	1 50,0	1 100,0	1 100,0	1 100,0	2 100,0
61. <i>Centaurea Cyanus</i> L.	6 23,1	9 19,1	4 11,1	14 30,4	8 18,2	5 12,5	2 9,5	—	1 50,0	—	—	—	—
62. <i>Lapsana communis</i> L.	—	6 12,8	4 11,1	5 10,8	3 6,8	4 10,0	4 19,1	2 33,3	1 50,0	1 100,0	—	—	2 100,0
63. <i>Taraxacum officinale</i> Weber	8 30,8	23 49,0	19 52,8	21 39,1	23 47,7	23 57,5	12 57,2	4 66,7	—	1 100,0	—	—	1 50,0
64. <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	17 65,4	23 49,0	19 52,8	26 56,5	23 52,3	27 67,5	10 47,6	4 66,7	1 50,0	1 100,0	—	—	1 50,0
65. <i>Sonchus arvensis</i> L.	9 34,6	9 19,1	6 16,7	5 10,9	5 11,4	6 15,0	4 19,1	2 3,3	—	—	—	—	2 100,0

III. Ergebnisse der Beziehungen zwischen Bodenart und Frequenz und Frequenzzahl der einzelnen Ackerunkrautarten der verbesserten schweizerischen Dreifelderwirtschaft

(Die Klassifizierung der Bodenarten erfolgte nach den Normen der Schweizerischen Agrikulturchemischen Anstalten *)

Name der Art	Sandböden mit unter 20 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Äquivalent — \emptyset)			Lehm Böden mit 20—50 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Äquivalent — \emptyset)			Tonböden mit über 50 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Äquivalent — \emptyset)		
	Fre- quenz zahl	Fre- quenz- zahl	Domi- nanz Mittel	Fre- quenz zahl	Fre- quenz- zahl	Domi- nanz Mittel	Fre- quenz zahl	Fre- quenz- zahl	Domi- nanz Mittel
Gesamtzahl der Aufnahmen.	9	100.0	—	251	100.0	—	12	100.0	—
1. <i>Equisetum arvense</i> L.	6	66.7	2.7	110	43.8	2.1	4	33.3	2.5
2. <i>Allopecurus agrestis</i> L.	—	—	—	97	38.6	2.7	4	33.3	1.5
3. <i>Agrostis Spica venti</i> L.	9	100.0	4.0	137	54.6	3.7	4	33.3	4.8
4. <i>Agrostis alba</i> L.	5	55.6	1.9	93	37.1	1.9	4	33.3	1.9
5. <i>Poa trivialis</i> L.	7	77.8	2.2	200	79.7	2.8	6	50.0	2.7
6. <i>Agropyron repens</i> (L.) Pal.	1	11.1	2.5	45	17.9	2.0	3	25.0	2.0
7. <i>Rumex obtusifolius</i> L.	2	22.2	1.3	73	29.1	1.4	1	8.3	2.0
8. <i>Polygonum aviculare</i> L.	7	77.8	2.4	195	77.7	2.2	10	83.4	1.9
9. <i>Polygonum persicaria</i> L.	2	22.2	2.0	49	19.5	2.1	2	16.7	1.3
10. <i>Polygonum mite</i> Schrank	4	44.5	2.2	81	32.3	1.9	2	16.7	1.5
11. <i>Polygonum Hydro Piper</i> L.	3	33.3	3.2	23	9.2	2.8	—	—	—
12. <i>Polygonum Convolverus</i> L.	7	77.8	2.4	193	76.9	2.2	8	66.7	2.0
13. <i>Chenopodium polyspermum</i> L.	1	11.1	2.0	50	19.9	1.7	2	16.7	1.5
14. <i>Chenopodium album</i> L.	7	77.8	2.7	154	61.4	2.0	7	58.4	1.8
15. <i>Atriplex patulum</i> L.	—	—	—	51	20.3	1.7	4	33.3	1.9
16. <i>Agrostemma Githago</i> L.	2	22.2	2.8	25	10.0	1.6	1	8.3	2.0
17. <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	7	77.8	1.9	107	42.7	1.9	7	58.4	1.6
18. <i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	2	22.2	2.0	88	35.1	1.9	3	25.0	2.0

*) Siehe Wiesner: «Anleitung zum Praktikum» 1926, S. 142.

Name der Art	Sandböden mit unter 20 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Aequivalent — \emptyset)			Lehmböden mit 20—50 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Aequivalent — \emptyset)			Tonböden mit über 50 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Aequivalent — \emptyset)		
	Fre- quenz- zahl	Dom- nanz Mittel	—	Fre- quenz- zahl	Dom- nanz Mittel	—	Fre- quenz- zahl	Dom- nanz Mittel	—
19. <i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	—	—	—	54	21.5	1.5	—	—	—
20. <i>Sagina procumbens</i> L.	1	11.1	2.0	52	20.7	1.8	1	8.3	1.5
21. <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	4	44.5	1.8	71	28.3	1.6	1	8.3	1.5
22. <i>Ranunculus arvensis</i> L.	1	11.1	2.0	89	35.5	2.4	6	50.0	1.9
23. <i>Ranunculus repens</i> L.	6	66.7	2.5	200	79.7	2.8	8	66.7	2.6
24. <i>Papaver Rhoeas</i>	8	89.0	2.6	153	61.0	2.5	7	58.4	2.4
25. <i>Thlaspi arvense</i> L.	—	—	—	38	15.1	1.7	2	16.7	1.5
26. <i>Sinapis arvensis</i> L.	—	—	—	47	18.7	2.0	4	33.3	1.8
27. <i>Raphanus Raphanistrum</i> L.	1	11.1	1.5	38	15.1	1.9	—	—	—
28. <i>Capsella Bursa pastoris</i> (L.) Medikus	5	55.6	2.3	74	29.5	1.7	3	25.0	1.5
29. <i>Arabidopsis Thaliana</i> (L.) Heynh.	1	11.1	2.0	36	14.4	1.7	3	25.0	1.5
30. <i>Achemilla arvensis</i> (L.) Scop.	4	44.5	2.2	121	48.2	2.4	3	25.0	2.0
31. <i>Trifolium pratense</i> L.	—	—	—	84	33.5	2.1	1	8.3	2.0
32. <i>Trifolium repens</i> L.	6	66.7	1.8	152	60.6	1.9	5	41.7	2.0
33. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	7	77.8	3.1	137	54.6	2.8	4	33.3	4.1
34. <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Mönch	2	22.2	2.3	67	26.7	1.8	3	25.0	1.5
35. <i>Vicia sativa</i> L.	5	55.6	2.1	112	44.6	1.9	5	41.7	1.8
36. <i>Euphorbia Helioscopia</i> L.	1	11.1	2.0	38	15.1	1.4	—	—	—
37. <i>Euphorbia exigua</i> L.	2	22.2	1.8	93	37.1	1.9	6	50.0	2.1
38. <i>Viola tricolor</i> L.	6	66.7	1.9	185	73.7	1.9	10	83.4	2.5
39. <i>Anagallis arvensis</i> L.	5	55.6	2.0	133	53.0	1.9	8	66.7	2.1
40. <i>Anagallis coerulea</i> (Schreber) Schinz u. Keller	1	11.1	2.5	52	20.7	1.9	2	16.7	1.5
41. <i>Convolvulus arvensis</i> L.	6	66.7	2.3	172	68.5	2.5	9	75.0	3.6

Name der Art	Sandböden			Lehm Böden			Tonböden		
	Fre- quenz zahl	Dom- nanz Mittel	mit unter 20 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Aequivalent — \emptyset)	Fre- quenz zahl	Dom- nanz Mittel	mit 20—50 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Aequivalent — \emptyset)	Fre- quenz zahl	Dom- nanz Mittel	mit über 50 % abschl. Teilchen (< 0,01 mm Aequivalent — \emptyset)
42. <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	8	2.4	208	208	2.1	11	91.7	1.9	
43. <i>Lithospermum arvensis</i> L.	3	33.3	40	40	2.0	2	16.7	1.8	
44. <i>Prunella vulgaris</i> L.	—	—	47	47	1.9	—	—	—	
45. <i>Galeopsis Tetrahit</i> L.	—	—	66	66	2.4	2	16.7	2.0	
46. <i>Lamium purpureum</i> L.	4	44.5	58	58	1.5	4	33.3	1.5	
47. <i>Mentha arvensis</i> L.	1	11.1	30	30	2.3	—	—	—	
48. <i>Veronica arvensis</i> L.	3	33.3	114	114	1.9	1	8.3	1.5	
49. <i>Veronica Tournefortii</i> Gmelin	6	66.7	134	134	1.9	8	66.7	1.8	
50. <i>Plantago major</i> L.	1	11.1	92	92	1.9	5	41.7	1.7	
51. <i>Sherardia arvensis</i> L.	1	11.1	74	74	1.9	5	41.7	1.8	
52. <i>Galium Aparine</i> L.	5	55.6	176	176	2.2	6	50.0	2.8	
53. <i>Valerianella olitoria</i> (L.) Pollich	3	33.3	70	70	1.8	4	33.3	1.8	
54. <i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	2	22.2	21	21	1.5	2	16.7	1.5	
55. <i>Legousia Specul. Veneris</i> (L.) Fischer	2	22.2	38	38	1.9	3	25.0	1.8	
56. <i>Achillea Millefolium</i> L.	3	33.3	53	53	1.8	2	16.7	2.3	
57. <i>Matricaria Chamomilla</i> L.	2	22.2	68	68	1.7	3	25.0	1.5	
58. <i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> L.	—	—	36	36	1.5	1	8.3	1.0	
59. <i>Senecio vulgaris</i> L.	3	33.3	59	59	1.7	1	8.3	1.5	
60. <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1	11.1	128	128	2.3	6	50.0	2.7	
61. <i>Centaurea Cyanus</i> L.	6	66.7	40	40	2.0	3	25.0	2.7	
62. <i>Lapsana communis</i> L.	—	—	31	31	1.7	1	8.3	2.0	
63. <i>Taraxacum officinalis</i> Weber	1	11.1	126	126	1.8	4	33.3	2.4	
64. <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	3	33.3	143	143	2.2	7	58.4	1.8	
65. <i>Sonchus arvensis</i> L.	1	11.1	43	43	2.0	4	33.3	2.5	

Wenden wir uns der Besprechung der Ergebnisse der Beziehungen der Bodendispersität und dem Vorkommen und der Verbreitung der einzelnen Ackerunkrautarten zu und betrachten vorerst die Verhältnisse, die *Tabelle I* illustriert, etwas eingehender, so vermisst man fast bei sämtlichen Unkrautarten die gesetzmässige Gruppierung und Verteilung der beobachteten Funde. Es scheint, als ob hier zwischen Dispersität und Vorkommen der Unkräuter keine Beziehungen bestehen würden, also eine Anpassung an einen bestimmten und eine Bevorzugung eines bestimmten Dispersitätsgrades bei unseren Ackerunkrautarten fehle. Diese Verhältnisse sind jedermann, der sich mit den Bodenverhältnissen und der Vegetation des schweizerischen Dreifeldergebietes etwas näher befasst, erklärlich; trotzdem wird er aber einen Einfluss der Bodendispersität auf die lokale Verbreitung der Pflanzen nicht verkennen können. Wie wir bereits im I. Teil S. 46—48 gezeigt haben, treffen wir in den untersuchten Gebieten keine ausgesprochen extremen Bodenverhältnisse an. Es fehlen uns sowohl die strengen Tonböden wie auch die absoluten Sandböden. Die untersuchten Ackerbaugebiete weisen in bezug auf Bodenart folgende Gruppierung auf:

Bodenart	Absolute Zahl	In % aller untersuchter Ackerböden
1. Sandböden (mit unter 20 % Abschlämbbarem)	9	3,3
2. Lehm Böden (mit 20—50 % Abschlämbbarem)	251	92,3
3. Tonböden (mit über 50 % Abschlämbbarem)	12	4,4
Total	272	100,0

Dieses extreme Verhältnis der Bodenarten der Getreidefelder der untersuchten Dreifeldergebiete zueinander lässt die obenerwähnten Vorkommnisse leicht begreiflich erscheinen. Wenn auch einzelne unserer Ackerunkrautarten extreme Bodenverhältnisse — in unserem Sinne — vorziehen, so können (infolge der etwas zu geringen Zahl der überhaupt möglichen Funde der extremen Bodenarten) aus der beobachteten absoluten Frequenz nicht ohne weiteres einwandfreie Schlüsse gezogen werden; denn es muss in diesem Falle auch mit reinen Zufallsresultaten gerechnet werden.

Der Einfluss der Bodendispersität und der Wasserkapazität auf das Vorkommen und die Verbreitung der einzelnen Pflanzenarten

kann aber nur in extremen Bodendispersitätsverhältnissen voll in Erscheinung treten. Bei mittleren Dispersitätsverhältnissen wird der Einfluss dieses Vegetationsfaktors gestört. Die Besiedelung dieser Gebiete erfolgt durch Arten, die an die Bodendispersität und an die von diesen direkt abhängigen Vegetationsfaktoren keine besonderen Ansprüche machen; die Arten mit extremen Ansprüchen wurden verdrängt.

Will nun die Frage der Beziehungen der Bodendispersität und der Anpassung und der Verbreitung der Ackerunkrautarten auf statistischem Wege gelöst werden, so sind die auf die Ergebnisse störend einwirkenden Elemente, soweit dies möglich ist, zu eliminieren. Dieses kann einigermassen durch die variationsstatistische Auswertung und durch Berechnung der idealen Galton'schen Variationsreihe geschehen. Die berechnete Variationskurve ist von folgenden Momenten abhängig:

1. von der Anzahl der gemachten Beobachtungen, und
2. von der Verteilung der gemachten Beobachtungen.

Die Anzahl der gemachten Beobachtungen bestimmt aber allein die Sicherheit der berechneten Werte, während der zweite Moment in erster Linie das Wesen, die Tendenz der Reihe bestimmt. Ausserdem bedingt aber die zur Berechnung herangezogene Galton'sche Formel eine mathematisch-gesetzmässige Symmetrie der Kurve. Die beiden letzten Momente sind eigentlich die sinngebenden Momente der berechneten Variationsreihe. Infolgedessen wird auch eine kaum in Erscheinung tretende Tendenz einer Erfahrungsreihe durch die Ermittlung ihrer «idealen» Variationsreihe verstärkt und besser erkenntlich gemacht. Zur Beurteilung des Verlaufes und der Sinndeutung der berechneten Variationsreihe haben wir hier neben den gewöhnlichen Beurteilungsmerkmalen, wie Variationsbreite, Streuung, dem Variabilitätsmass h (der Höhe der Kurve), dem Variationskoeffizienten ($V = \frac{100 s}{M}$)*) in erster Linie der *Lage des Mittelwertes* die grösste Bedeutung beizumessen, d. h. der Mittelwert fixiert die *Grundklasse* (Klasse 0). Die Lage des Mittelwertes bzw. der Grundklasse bildet den Hauptcharakter der idealen Variationsreihe und bestimmt den Wendepunkt der Variationskurve. Durch den Vergleich der Lage des Mittelwertes der

*) s = Streuung; M = Mittel.

berechneten Variationsreihen des Dispersitätsgrades des Bodens der Standorte der einzelnen Ackerunkrautarten untereinander und besonders gegenüber einer *Standard-Variationsreihe* (in unserem Falle ist es diejenige aller Bestandesaufnahmen, bzw. des Dispersitätsgrades aller untersuchten Böden) können wir die eigentliche Tendenz der Variationsreihen der einzelnen Ackerunkrautarten erkennen. Diese Tendenz tritt bei uns noch augenfälliger in Erscheinung, wenn durch Division der berechneten Variationsreihe der Einzelunkrautart durch die Standardvariationsreihe, bzw. durch Division entsprechender Werte der beiden Reihen, d. h. durch Division der Werte entsprechender Variationsklassen der beiden Reihen die *berechnete Frequenzzahl* gebildet wird. Der mathematische und auch praktische Wert dieser Zahl darf aber keineswegs höher taxiert werden als der Beurteilungswert der Lage der Grundklasse oder des Mittelwertes der entsprechenden idealen Variationsreihe; denn der Verlauf der Variationsreihe der berechneten Frequenzzahl ist allein die mathematische Folge der Lage des Mittelwertes, bzw. der Grundklasse und allein von der Fixierung dieser Grössen abhängig. Die in der berechneten Variationsreihe enthaltene Tendenz gibt letztere nur augenfälliger wieder.

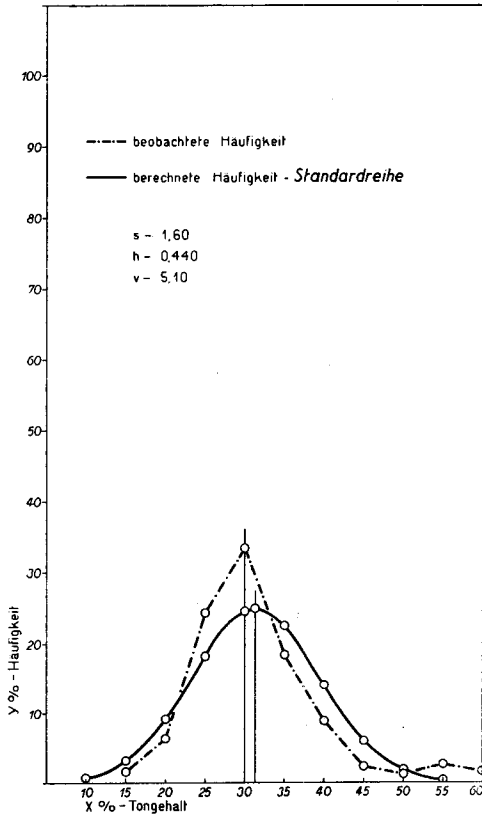
Durch graphische Darstellung sollen diese Verhältnisse hier noch illustriert werden (s. S. 141).

Betrachten wir nun den *Verlauf der Variationsreihe der berechneten Frequenzzahl* der einzelnen Ackerunkrautarten in Verbindung mit der berechneten Häufigkeitsreihe und der Lage der Grundklasse und des Mittelwertes und im Vergleich mit der *Standardreihe* in bezug auf den Tongehalt der Feinerde der untersuchten Standorte etwas näher, so zeigen sich hier für uns 4 *Hauptvariationen*.

1. Die berechneten Werte der Frequenzzahlreihe *fallen* mit steigendem Tongehalt der Feinerde, so dass hier der Schluss gezogen werden darf, dass der betreffenden Unkrautart *tonarme* Feinerde der Standorte zusagt, wie z. B. bei *Valerianella olitoria* (L.) *Poll.*, deren Standortsverteilung wir graphisch dargestellt folgen lassen (s. S. 142).

2. Die berechneten Werte der Frequenzzahlreihe erreichen ihren *maximalen Wert* um den berechneten *Mittelwert* (wie die Standardreihe) und nehmen ab mit abnehmendem und zunehmendem Tongehalt der Feinerde. Dieser Verlauf der Frequenzzahlreihe

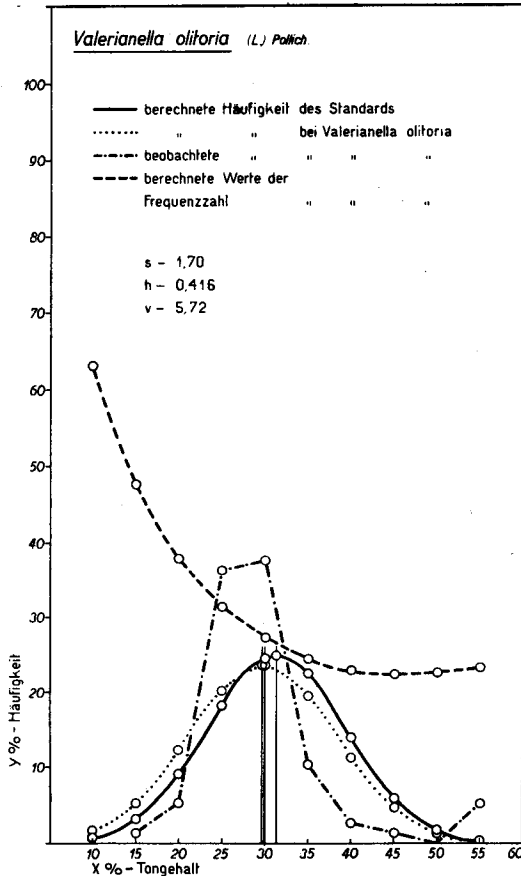
Verteilung nach der Bodendispersität aller Bestandesaufnahmen des untersuchten Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz auf die verschiedenen Tongehaltsklassen.



wird bedingt durch eine Häufung der Häufigkeit bei *mittlerem Tongehalt* der Feinerde der Standorte der betreffenden Unkrautarten, z. B. bei *Alopecurus agrestis* L.; siehe folgende graphische Darstellung (s. S. 143).

3. Die berechneten Werte der Frequenzzahlreihe *steigt* mit steigendem Tongehalt der Feinerde. Dieser Verlauf der Frequenzzahlreihe lässt uns vermuten, dass Unkrautarten, bei denen die eben erwähnten Verhältnisse festzustellen sind, *tonreiche* Feinerde der Standorte bevorzugen, z. B. *Euphorbia exigua* L. Wir lassen noch die entsprechende graphische Darstellung dieser Verhältnisse bei *Euphorbia exigua* L. folgen (s. S. 144).

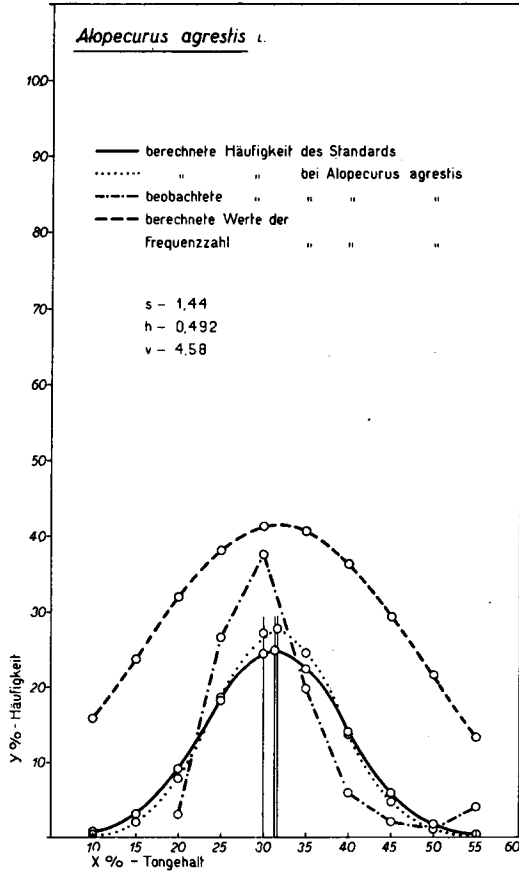
Verteilung der Standorte nach der Bodendispersität im untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtsch. der Schweiz auf die verschiedenen Tongehaltsklassen.



4. Die berechneten Werte der Frequenzzahlreihe erreichen ihre *Minima* um den berechneten *Mittelwert* und nehmen zu mit ab- und zunehmendem Tongehalt; oder genannte Werte bleiben mit ab- und zunehmendem Tongehalt annähernd konstant, wie z. B. bei *Polygonum Convolvulus* L. Der Verlauf der Kurve der berechneten Frequenzzahlreihe bildet in diesem Falle angenähert eine Gerade.

Alle diese Ergebnisse lassen erkennen, dass die betreffenden Ackerunkrautarten an den Tongehalt der Feinerde ihrer Standorte weitgehende Anpassungsfähigkeit besitzen und mit bezug auf

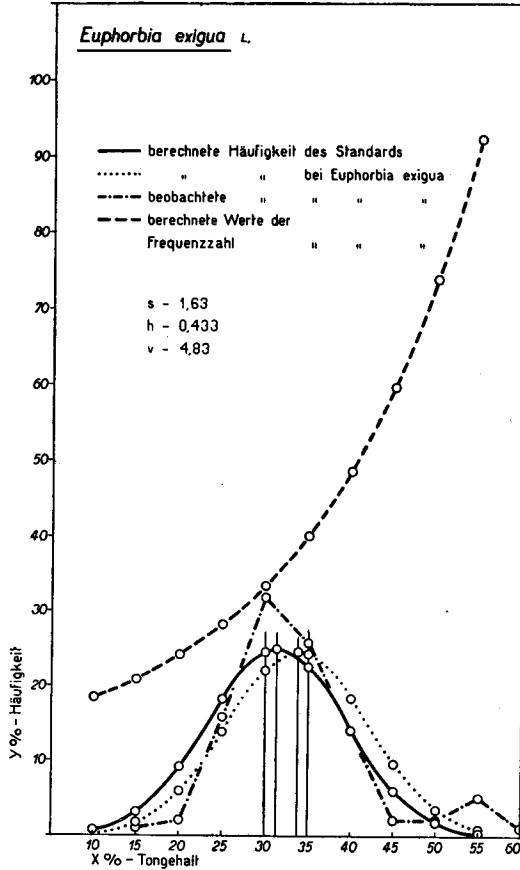
Verteilung der Standorte nach der Bodendispersität im
 untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft
 der Schweiz auf die verschiedenen Tongehaltsklassen.



den Tongehalt der Böden keine bestimmten Ansprüche stellen, und sie können daher als «*indifferente Arten*» bezeichnet werden. Zur besseren Illustration folgt eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse, wie wir sie bei *Polygonum Convolvulus L.* gefunden haben (s. S. 145).

Auf Grund der variationsstatistischen Auswertung unserer Untersuchungsergebnisse ist es uns nun möglich, die Ackerunkräuter der Dreifelderwirtschaft nach ihren Ansprüchen an die Dispersität des Bodens in Gruppen einzuteilen. Diese Gruppierung basiert jedoch allein auf den Verhältnissen im Dreifeldergebiet der Nord-

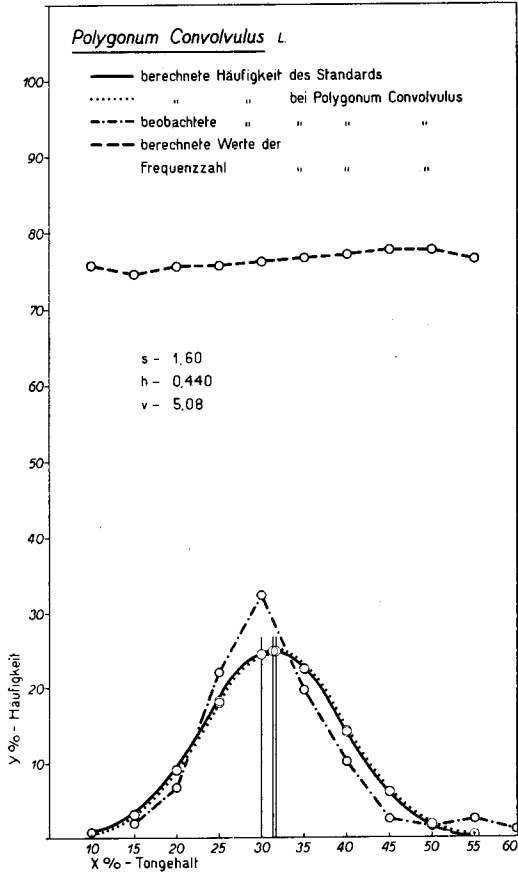
Verteilung der Standorte nach der Bodendispersität im untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtsch. der Schweiz auf die verschiedenen Tongehaltsklassen.



schweiz. Welche Gültigkeit diese Einteilung unter andern Bedingungen besitzt, muss dahingestellt bleiben. Als Einteilungsgrundlage verwenden wir die vier eben beschriebenen Variationen der beobachteten und berechneten Variationsreihen.

G. K r a u s ⁽¹³⁶⁾ war es vor allem, der versuchte, bei seinen im Maintal auf Wellenkalk durchgeführten Untersuchungen über die Beziehungen der Pflanzen und des Bodens auch den Einfluss des *Bodenskelettes* auf die lokale Verteilung der natürlichen Pflanzengesellschaften zu studieren. Auf Grund zahlreicher Skelettanalysen

Verteilung der Standorte nach der Bodendispersität im
 untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtsch.
 der Schweiz auf die verschiedenen Tongehaltsklassen.



der Standorte einzelner Charakterpflanzen des von ihm untersuchten Gebietes glaubt er feststellen zu dürfen, dass einzelne Pflanzenarten sich an einen bestimmten Bodenskelettgehalt ihrer Standorte anpassen, also einen spezifischen Normalprozentgehalt an Steinen im Boden verlangen. Er fand, dass z. B. *Festuca glauca*, *Melica ciliata* und *Teucrium montanum* skelettreichen Boden lieben, während *Brachypodium pinnatum*, *Stipa capillata* und *Koeleria cristata* feinerdereichen Boden bevorzugen sollen.

Auch wir haben versucht, diese Verhältnisse bei den wichtigsten Ackerunkrautarten des untersuchten Gebietes der verbesserten

Dreifelderwirtschaft der Schweiz festzustellen (§ *Tabelle II*), um sie dann mit bezug auf den Bodenskelettgehalt ihrer Standorte in Gruppen einzuteilen.

Die vorstehend angeführte *Tabelle III* enthält die Verteilung der beobachteten Standorte der einzelnen Ackerunkrautarten nach den *drei Bodenarten*:

Sandböden, Lehm Böden, Tonböden.

Da aber, wie bereits erwähnt, die absoluten Sand- und Tonböden in dem von uns untersuchten Gebiete nicht häufig anzutreffen sind, büßen diese Ergebnisse etwas an Sicherheit ein. Die *beobachteten Frequenzahlen*, die hier die Hauptbeurteilungswerte darstellen, werden vielleicht hier allzustark vom Zufall bedingt, so dass diesen Werten nicht zu grosse Bedeutung beigemessen werden kann. Sie stimmen mit den Ergebnissen der Tab. I auch nicht überall überein, sondern weisen bei manchen Unkrautarten auf entgegengesetzt gerichtete Verhältnisse hin, weil auf Sand- und Tonböden die gemachten Beobachtungen zu wenig zahlreich sein können und daher allzuoft vom Zufall bedingt sein müssen. Es erübrigt sich daher, hier noch weiter auf diese Ergebnisse einzutreten, und wir verweisen auf *Tabelle III*.

Auf Grund der in den Tabellen I und II enthaltenen Ergebnisse unserer Untersuchungen versuchen wir hier, die wichtigsten Ackerunkräuter nachstehend zu klassifizieren.

Klassifizierung der wichtigsten Ackerunkräuter des untersuchten Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz nach dem Tongehalt der Feinerde und nach dem Bodenskelettgehalt ihrer bevorzugten Standorte

a) *Klassifizierung nach dem Tongehalt der Feinerde der Standorte*

1. **Tonarme** Feinerde der Standorte bevorzugende Ackerunkrautarten.
(Sandboden bis sandiger Lehm Boden anzeigende Unkrautarten.)

Equisetum arvense L.	Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.
Agrostis Spica venti L.	Vicia saliva L.
Polygonum mite Schrank	Valerianella olitoria (L.) Poll.
Agrostemma Githago L.	Centaurea Cyanus L.

2. **Mittlerer Tongehalt** der Feinerde der Standorte bevorzugende Ackerunkrautarten. (Sandiger Lehm Boden bis toniger Lehm Boden anzeigende Unkrautarten.)

Alopecurus agrestis L.	Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray
Poa trivialis L.	Vicia tetrasperma (L.) Mönch
Rumex obtusifolius L.	Euphorbia Helioscopia L.

Polygonum Hydropiper L.
 Chenopodium polyspermum L.
 Cerastium glomeratum Thuill.
 Cerastium caespitosum Gilib.
 Sagina procumbens L.
 Arenaria serpyllifolia L.
 Ranunculus repens L.
 Raphanus Raphanistrum L.
 Alchemilla arvensis (L.) Scop.
 Trifolium pratense L.
 Trifolium repens L.

Prunella vulgaris L.
 Galeopsis Tetrahit L.
 Mentha arvensis L.
 Veronica arvensis L.
 Galium Aparine L.
 Matricaria Chamomilla L.
 Chrysanthemum Leucanthemum L.
 Senecio vulgaris L.
 Lapsana communis L.
 Taraxacum officinale Weber

3. **Tonreiche** Feinerde der Standorte bevorzugende Ackerunkrautarten.
 (Toniger Lehm Boden bis sandiger Tonboden anzeigende Unkrautarten.)

Agrostis alba L.	Euphorbia exigua L.
Agropyron repens (L.) Pal.	Convolvulus arvensis L.
Polygonum Persicaria L.	Plantago major L.
Atriplex patulum L.	Valerianella dentata (L.) Poll.
Ranunculus arvensis L.	Cirsium arvense (L.) Scop.
Thlaspi arvense L.	Sonchus asper (L.) Hill
Sinapis arvensis L.	Sonchus arvensis L.

4. Mit Bezug auf den Tongehalt der Feinerde der Standorte **indifferente**
 Ackerunkrautarten

Polygonum aviculare L.	Anagallis coerulea (Schreber)
Polygonum Convolvulus L.	Schinz u. Keller
Chenopodium album L.	Myosotis arvensis (L.) Hill
Stellaria media (L.) Vill.	Lithospermum arvense L.
Papaver Rhoeas L.	Lamium purpureum L.
Capsella Bursa pastoris (L.)	Veronica Tournefortii Gmelin
Medikus	Sherardia arvensis L.
Viola tricolor L.	Legousia Speculum Veneris (L.)
Anagallis arvensis L.	Fischer
	Achillea Millefolium L.

b) *Klassifizierung nach dem prozentualen Bodenskelettgehalt der Standorte*

1. **Mittleren** Bodenskelettgehalt der Standorte bevorzugende Unkrautarten.

Agrostis Spica venti L.	Polygonum mite Schrank
Agrostis alba L.	Stellaria media (L.) Vill.
Poa trivialis L.	Cerastium glomeratum Thuill.
Polygonum Persicaria L.	Cerastium caespitosum Gilib.
Sagina procumbens L.	Vicia tetrasperma (L.) Mönch
Ranunculus repens L.	Euphorbia exigua L.
Papaver Rhoeas L.	Veronica Tournefortii Gmelin
Sinapis arvensis L.	Plantago major L.
Raphanus Raphanistrum L.	Sherardia arvensis L.
Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.	Achillea Millefolium L.
Alchemilla arvensis (L.) Scop.	Matricaria Chamomilla L.
Trifolium repens L.	Chrysanthemum Leucanthemum L.
Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	Valerianella dentata (L.) Pollich

2. Mit Bezug auf den Bodenskelettgehalt der Standorte **indifferente** Ackerunkrautarten.

Equisetum arvense L.	Anagallis coerulea Schreber
Polygonum aviculare L.	Convolvulus arvensis L.
Polygonum Convolvulus L.	Myosotis arvensis (L.) Hill
Chenopodium polyspermum L.	Prunella vulgaris L.
Capsella Bursa pastoris (L.) Med.	Lamium purpureum L.
Trifolium pratense L.	Galium Aparine L.
Vicia sativa L.	Legousia Speculum Veneris (L.) Fischer
Euphorbia Helioscopia L.	Sonchus asper (L.) Hill
Anagallis arvensis L.	

3. **Skelettreiche** Standorte bevorzugende Ackerunkrautarten.

Alopecurus agrestis L.	Galeopsis Tetrahit L.
Agropyron repens (L.) Pal.	Mentha arvensis L.
Rumex obtusifolius L.	Veronica arvensis L.
Atriplex patulum L.	Valerianella olitoria (L.) Pollich
Agrostemma Githago L.	Senecio vulgaris L.
Arenaria serpyllifolia L.	Cirsium arvense (L.) Scop.
Ranunculus arvensis L.	Centaurea Cyanus L.
Thlaspi arvense L.	Lapsana communis L.
Viola tricolor L.	Taraxacum officinale Weber
Lithospermum arvense L.	Sonchus arvensis L.

4. **Skelettarme** Standorte bevorzugende Ackerunkrautarten.

Polygonum Hydropiper L.

Im Anschluss führen wir hier noch zum Vergleich diesbezügliche Ergebnisse entsprechender Beobachtungen und Untersuchungen verschiedener Autoren über die Beziehungen der Bodendispersität und der Bodenarten und der lokalen Verteilung der Flora und insbesondere der Ackerunkrautarten an.

Die nachstehend aufgeführten Autoren betrachten folgende Unkrautarten als Hinweise für die dazu erwähnten Bodenarten.

1. **Pflanzen, die sandreiche, leichte Böden anzeigen**

nach D ü g g e l i ⁽⁵³⁾

Agropyron repens (L.) Pal.	Stachys arvensis L.
Raphanus Raphanistrum L.	Verbascum thapsiforme Schrader
Erophila verna (L.) E. Meyer	Veronica verna L.
Trifolium arvense L.	

nach H ö c k ⁽⁵⁴⁾

Rapaver Rhoëas	Trifolium arvense
Papaver dubium	Scleranthus perennis
Holosteum umbellatum	Scleranthus annuus
Arabidopsis Thaliana	Filago arvensis

Erysimum cheiranthoides
Spergula arvensis
Erodium cicutarium

Anchusa arvensis
Agrostis Spica venti

nach v. Linstow ⁽¹⁵⁴⁾

Agrostis Spica venti L.
Anchusa arvensis Bieb.
Erophila verna L.
Filago arvensis Fr.
Hypericum humifusum L.
Scleranthus annuus L.

Scleranthus perennis L.
Senecio vernalis W. u. K.
Spergula arvensis L.
Trifolium arvense L.
Vicia angustifolia L.
Vicia sativa L.

nach Wehsarg ^(259, Heft 294)

Agrostis Spica venti
Scleranthus annuus
Papaver Argemone
Papaver dubium

Erodium cicutarium
Euphorbia Cyparissias
Anchusa arvensis
Lamium amplexicaule

2. Leichte Böden bevorzugende Arten (Sand- und sandige Lehmböden)

nach W. E. Brenchley ⁽¹⁹⁾

Rumex Acetosella
Polygonum aviculare
Chenopodium album
Arenaria serpyllifolia
Spergula arvensis

Scleranthus annuus
Papaver Rhoëas
Fumaria officinalis
Alchemilla arvensis
Viola tricolor

3. Pflanzen des Lehmbodens

nach Höck ⁽⁹³⁾

Adonis aestivalis
Ranunculus arvensis
Papaver Argemone
Neslea paniculata
Lathyrus tuberosus
Fumaria officinalis

Thlaspi arvense
Vicia Cracca
Matricaria Chamomilla
Matricaria inodora
Convolvulus arvensis

nach v. Linstow ⁽¹⁵⁴⁾

Adonis aestivalis L.
Alchemilla arvensis L.
Anagallis coerulea Schreber
Asperula arvensis L.
Caucalis daucoides L.
Chenopodium polyspermum L.
Cirsium arvense Scop.
Crepis biennis L.
Euphorbia platyphyllos L.
Lathyrus tuberosus L.

Ranunculus arvensis L.
Scandix Pecten Veneris L.
Sonchus arvensis L.
Legousia Speculum Veneris (L.)
Fischer
Stachys palustris L.
Thlaspi arvense L.
Trifolium pratense L.
Valerianella olitoria Poll.

nach Wehsarg ^(259, Heft 294)

Alopecurus agrestis
Delphinium Consolida
Papaver Rhoëas
Vicia hirsuta

Melampyrum arvense
Galium Aparine
Valerianella olitoria
Legousia Speculum Veneris

Vicia tetrasperma
Euphorbia exigua
Falcaria vulgaris
Anagallis arvensis

Knautia arvensis
Anthemis arvensis
Matricaria Chamomilla
Centaurea Cyanus

4. Tonreiche, schwere Böden charakterisierende Pflanzen

nach D ü g g e l i ⁽⁵³⁾

Poa trivialis L.
Bromus secalinus L.
Delphinium Consolida L.
Ranunculus arvensis L.
Ranunculus bulbosus L.
Ranunculus repens L.
Papaver Rhoeas L.
Fumaria officinalis L.
Capsella Bursa pastoris (L.)
 Medikus
Mercurialis annua L.
Chaerophyllum silvestre (L.)
 Schinz u. Thellung
Carum Carvi L.

Daucus Carota L.
Veronica arvensis L.
Veronica hederifolia L.
Anthemis arvensis L.
Matricaria Chamomilla L.
Chrysanthemum Leucanthemum L.
Chrysanthemum segetum
Tussilago Farfara L.
Senecio vulgaris L.
Cirsium arvense (L.) Scop.
Cichorium Intybus L.
Taraxacum officinale Weber
Sonchus arvensis L.

nach v. L i n s t o w ⁽¹⁵⁴⁾

Alopecurus agrestis L.
Althaea hirsuta L.
Polygonum aviculare L.

Sherardia arvensis L.
Tussilago Farfara L.

nach W e h s a r g ^(259, Heft 294)

Adonis aestivalis L.
Ranunculus arvensis
Lathyrus tuberosus

Caucalis daucoides
Campanula rapunculoides
Atriplex sp.

nach W. E. B r e n c h l e y ⁽¹⁶⁾ (Lehm- und Tonböden)

Alopecurus agrestis
Agropyron repens
Sinapis arvensis
Capsella Bursa pastoris

Anagallis arvensis
Mentha arvensis
Tussilago Farfara
Sonchus arvensis

Vergleichen wir obige Ergebnisse der gemachten Beobachtungen und Untersuchungen der verschiedenen Autoren mit den unsrigen Befunden, so zeigen sich hierin teilweise weitgehende Uebereinstimmungen, teilweise ergeben sich aber auch Widersprüche, die wir hier noch z. T. abzuklären versuchen werden.

Vor allem widersprechen sich obige Angaben mit den unsrigen bei *Agropyron repens* (L.) Pal.. *Agropyron repens* (L.) Pal. betrachten wir im von uns untersuchten Gebiete, auf Grund der angewen-

deten botanisch-statistischen Untersuchungsmethoden und ihrer variationsstatistischen Auswertung, als «tonigen Lehmboden bis *sandigen Tonboden*» liebende Ackerunkrautart. Oft, namentlich von deutschen Autoren, wird sie aber als Pflanze der *sandreichen, leichten Böden* angegeben.

C. K r a u s charakterisiert *Agropyron repens* (L.) Pal. in seiner Monographie «Die gemeine Quecke», Heft 220 der Arbeiten der D. L. G. als Unkrautart, die auf einem gelockerten, frischen Boden am besten gedeiht, und verweist auf ein Zitat von B o r n e m a n n aus «Unkräuter», S. 89, worin jener schreibt: «Die Quecke bewohnt alle Ackerböden, ebensowohl den Sand- wie den schweren Tonboden, den kalkarmen wie den kalkreichen Boden. Die Quecke bevorzugt feuchte, frische Feldlagen, verbreitet sich dagegen weniger auf nassen Aeckern.» Auch K l e i n ⁽¹²⁰⁾ gibt an, dass *Agropyron repens* feuchte, frische Standorte bevorzuge. *Agropyron repens* gedeiht also nach dem Urteil der hier genannten Autoren auf allen *gelockerten, feuchten, frischen* Bodenarten. Die hier genannten, von *Agropyron repens* verlangten Bodeneigenschaften finden sich im untersuchten Gebiete der Dreifelderwirtschaft am besten vor und am besten kombiniert in tonigem Lehmboden und sandigem Tonboden, denn hier haben wir es vorherrschend mit Diluvialböden (s. S. 37 ff., I. Teil), bestehend aus lehm- und tonreicher Feinerde mit diluvialen und alluvialen Schotterablagerungen durchmischt, zu tun. Sie besitzen infolge der lehm- und tonreichen Feinerde relativ grosse Wasserkapazität und sind daher in unserem humiden Klima frisch und feucht. Der eingelagerte Schotter bedingt dagegen eine weitgehende Lockerung und sorgt daher für genügende Durchlässigkeit, Luftzufuhr und Durchlüftung des Bodens. Es erscheint unter diesen Umständen verständlich, dass *Agropyron repens* bei uns in der Dreifelderwirtschaft vornehmlich auf den relativ schweren Böden zu finden ist, während sie in anderen Gegenden, besonders in Deutschland, ein Vertreter der sandreichen, leichten Gebiete zu sein scheint.

Eine andere Ackerunkrautart, die nach unseren Erhebungen vornehmlich auf *Lehmböden*, nach den Angaben der hier genannten Autoren dagegen aber meist auf leichten Böden zu finden ist, ist *Raphanus Raphanistrum* L. Nach K o r s m o ⁽¹²⁹⁾ kommt Hederich auf Böden jeder Art vor. Auch S c h u l t z ⁽²²⁷⁾ gibt in seiner Mono-

graphie «Ackersenf und Hederich» an, dass *Raphanus* nach seinen Beobachtungen auch auf feuchten Böden anzutreffen ist und weist dort die Ansicht Th a e r s, wonach Hederich nur auf schlechtem Boden wächst, zurück. *Raphanus Raphanistrum* muss daher eine weitgehende Anpassungsfähigkeit an die Standortverhältnisse zu eigen besitzen, dennoch aber Bodeneigenschaften, wie sie unsere Lehmböden der Dreifelderwirtschaft enthalten, bevorzugen, so dass die vegetativ günstig wirkende Kombination unserer Ackerböden (relativ grosser Gehalt an tonreicher Feinerde, durchsetzt mit Schotter) das Vorkommen auf schwereren Böden erklärt. Unsere etwas eigenen Bodenverhältnisse erklären auch alle weiteren in bezug auf das Vorkommen der einzelnen Unkrautarten sich zwischen den gemachten Beobachtungen obiger Autoren und unserer Untersuchungen ergebenden Widersprüche, so dass es sich hier erübrigt, noch weiter einzeln auf diese Erscheinungen einzutreten. Wie wir bereits hingewiesen haben, sind unsere Schlussfolgerungen in erster Linie für das untersuchte Gebiet von Bedeutung und werden bei anderen Verhältnissen unter Umständen eine grössere oder kleinere Korrektur erfahren. Die lokale Verbreitung einer Pflanzenart wird von einer grossen, uns aber unbekanntem Zahl von Momenten, die uns nur z. T. Bekannte sind, bedingt. Je nach Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der einzelnen dieser Faktoren haben wir gleichsam eine unendliche Reihe von Kombinationsmöglichkeiten, auf die alle wieder jede Pflanzenart verschieden physiologisch reagiert und somit ihr Gedeihen und Vorkommen Aenderungen erfahren kann. Wir haben es hier mit stetigem Wechsel zu tun, so dass der Geltungsbereich unserer Beobachtungen und Ergebnisse mehr oder weniger eng umgrenzt erscheinen muss. Ausserdem kann auch aus dem Vorkommen eines oder weniger Exemplare gewisser Unkrautarten, in dem wir eine bestimmte physikalische Beschaffenheit des Bodens zu erkennen glauben, noch keineswegs der Schluss gezogen werden, dass der Boden auch die gleiche Beschaffenheit besitze. Erst die *Gesamtflora*, die Gesamtvegetation charakterisiert uns den Boden mit bestimmter Sicherheit.

c) EINFLUSS DES KALKGEHALTES UND DER REAKTION DES BODENS

Heute wird wohl allgemein sowohl den chemischen wie auch den physikalischen Bodeneigenschaften grosse Bedeutung für die lokale Verteilung der Gewächse zuerkannt. Je nach den Vegetationsverhältnissen wird die *chemische Beschaffenheit* oder die *physikalische* Natur des Bodens allein oder vorherrschend massgebend sein. Und Lundegårdh misst daher den chemischen wie den physikalischen Bodeneigenschaften Bedeutung zu, wenn er in seinem Werk «Klima und Boden», Kap. 7: 'Die chemischen Bodenfaktoren', Par. 4: 'Kalkpflanzen' mit den Worten schliesst: «Die Kalkwirkung ist also sehr vielseitig und beteiligt sich in ihren verschiedenen Fazies an einer ganzen Reihe physiologischer Lebensformen», nachdem er an einigen Stellen darauf hingewiesen hat, dass klimatische Einflüsse die chemischen Bodeneigenschaften unter gewissen Bedingungen übertönen und die physikalischen Eigenschaften des Bodens die Pflanzenverteilung bestimmen können.

Gleichzeitig mit der Feststellung der Tatsache, dass mit dem Wechsel der Eigenschaften des Nährbodens und der Gesteinsunterlage meist auch ein Wechsel der Vegetation verbunden ist, wurde auch nach der *Ursache* der Wirkung geforscht. Man stellte fest, dass der örtliche Wechsel der Pflanzenarten weitgehend vom Kalkgehalt des Bodens abhängig sein müsse, und Kalk, sei es in Verbindung mit Kohlensäure oder mit Schwefelsäure, müsse daher für alle sog. *Kalk-, Kreide- und Gypspflanzen* ein lebensnotwendiger Stoff darstellen, so dass diese Gewächse nur bei reichlichem Vorhandensein dieser Stoffe (namentlich von CaCO_3) zu gedeihen vermögen.

Spätere Forschungsergebnisse zeigten aber, dass die Kieselpflanzen nicht an die Anwesenheit der Kieselsäure, sondern an die Abwesenheit grösserer Mengen Kalk gebunden sind.

Diese Ergebnisse veranlassten vor allem Ehrenberg⁽⁵⁵⁾ zu weiteren diesbezüglichen Untersuchungen bei Buch- und Sommerweizen und zur Aufstellung seines «*Kalk-Kali-Gesetzes*». Dieses sagt aus, dass bei einer schwach mit Kali versorgten Pflanze durch starke Kalkzufuhr infolge mangelnder Kaliumaufnahme grosse Wachstumsschädigungen hervorgerufen, aber durch Steigerung der Kali-

zufuhr wieder behoben werden können. Nach Ehrenberg soll besonders das Wachstum der «kalkfliehenden» Pflanzen vom Kalk-Kali-Verhältnis des Bodens abhängig sein.

Mevius⁽¹⁹⁵⁾, Büsgen⁽²⁶⁾ u. a. m. konnten dann aber nachweisen, dass die Bodenstetigkeit bei «kalkfliehenden» Arten nicht immer mit einer mangelnden Kaliumaufnahme zusammenhängt, und dass auch die sich auf Kalkboden bei solchen Arten einstellende Kalkchlorose nicht allgemein als Kaliummangelerscheinung angesehen werden darf.

Lundegårdh⁽¹⁵⁶⁾ deutet diese Erscheinungen z. T. dahin, dass das Zellplasma der Pflanze unter dem Einfluss von Calcium für K- und Fe-Ionen impermeabel wird. Auch soll der Mg-Gehalt abnehmen. Neben dem kolloidchemischen Einfluss der Ca-Ionen betrachtet Lundegårdh auch die Löslichkeitsverhältnisse im Boden und weist darauf hin, dass durch den Kalk auch diese beeinflusst werden, da nach Ehrenberg⁽⁵⁵⁾ der Kalk die auflösende Wirkung der Bodensäuren aufhebt.

Die neueren Untersuchungen lassen die Wirkung des Kalk- und Kieselsäuregehaltes des Bodens auf die Verteilung der Vegetation wieder nur z. T. als rein chemisch wirkender Faktor erscheinen. Einerseits versuchte Petersen⁽²⁰³⁾, worauf auch Hoffmann⁽⁹⁶⁾ schon 1865 hingewiesen hat, die «Kalkliebe» bestimmter Gewächse als «physikalisch-thermischer» Vegetationsfaktor zu betrachten und dadurch zu erklären, dass viele der Kalkpflanzen vornehmlich in wärmeren Gegenden beobachtet werden können, wo sie auf allen Bodenarten vorkommen sollen. Das Vorwalten dieser Gewächse auf Kalkböden bei uns führt man zurück auf die günstige physikalische Bodenwirkung des Kalkes. Da dieser den Boden warm und durchlässig macht, sollen die wärmebedürftigen «Kalkpflanzen» die ihnen zusagenden klimatischen Bedingungen und die notwendige Durchlässigkeit des Bodens in unserem Klima nur auf Kalkböden finden.

Anschliessend wollen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen im Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz über den Einfluss des Kalkgehaltes des Bodens und der Verbreitung der Ackerunkrautarten betrachten.

Der CaCO_3 -Gehalt variiert hier merklich je nach *Bodentypus*; denn es ist vornehmlich der Kalkgehalt des Muttergesteins und des daraus entstandenen Bodens, der den Bodentypus bestimmt. Während die untersuchten *Humuscarbonatböden des Juras* einen CaCO_3 -Gehalt von 16,20—54,60 % besitzen, weisen die Braunerdeböden des Mittellandes 0—15,60 % CaCO_3 und des Tafeljuras auf Keuper bloss einen solchen von 0—13,70 % CaCO_3 auf. Bei den Braunerdeböden des Tafeljuras auf Molasse, Diluvial- und Alluvialablagerungen sinkt der Gehalt an CaCO_3 noch weiter auf 0—1,30 %. Auch die *Lösslehm Böden* von Möhlin und Tegerfelden sind arm an CaCO_3 (0—1,70 %). Fassen wir alle untersuchten Böden zusammen, so zeigen sich nachstehende Verhältnisse:

Anzahl der untersuchten Böden:	Kalkgehalt			
	unter 2,5% CaCO_3 (obere Grenze des Kalkgehaltes der Standorte der «kalkfliehenden» Pflanzen *)	2,5—20 % CaCO_3 kalkgesättigte Böden	20—40 % CaCO_3 Mergelböden **)	über 40 % CaCO_3 Kalkböden **)
absolut	208	54	9	1
in Prozent	76,50	19,85	3,30	0,35

*) 2—3 % CaCO_3 bilden die obere Grenze des Kalkgehaltes der Standorte der «kalkfliehenden» Pflanzen (s. Drude: Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1887, S. 286; und Engler: Ber. schweiz. bot. Ges. 1901, S. 29).

**) s. Wiegner: Anleitung zum Praktikum, 1926, S. 142.

Wenn auch $\frac{1}{4}$ aller Böden auf Grund dieser Resultate weniger als 2,5 % CaCO_3 enthalten, und daher die Ackerunkrautflora des Dreifeldergebietes nicht zum kleinsten Teil als «kalkfliehend» (nach den erwähnten Autoren) erscheinen muss, so weisen immerhin noch rund $\frac{1}{4}$ aller untersuchten Getreidefelder einen Gehalt von 2,50—55 % CaCO_3 auf, und die von einer Kalkflora besiedelt sein müssen, wenn überhaupt der Kalkgehalt des Bodens bei uns die lokale Verteilung der Ackerunkrautflora zu beeinflussen vermag.

Betrachten wir, ohne näher auf die Gründe der verschiedenen Einstellung der Pflanzen zu einem höheren oder niedrigeren Kalkgehalt einzugehen, vorerst einfach die Verteilung der wichtigsten Unkrautarten nach dem Kalkgehalt des Bodens.

Um nicht zu Trugschlüssen zu gelangen, müssen hier bei den Unkrautarten, die bestimmte Ansprüche an den Kalkgehalt des Standortes verraten lassen, die Resultate sämtlicher von uns gemachten Bestandesaufnahmen der Dreifelderwirtschaft — nach Kalkgehalt (CaCO_3) der Standorte geordnet — berücksichtigt werden. Als Hauptbeurteilungswert betrachten wir auch hier die relative Frequenz, die *Frequenzzahl*. Auf Grund all dieser Ergebnisse wollen wir versuchen, den Kalkanspruch einzelner Arten festzulegen und lassen hier entsprechende Ergebnisse sämtlicher Unkrautbestandesaufnahmen in den umstehenden *Tabellen I u. II* folgen. Zudem ziehen wir zum Vergleich die Beobachtungen verschiedener Autoren mit bezug auf die Kalkansprüche der betreffenden Unkrautarten heran.

In der nachstehenden *III. Tabelle* (zwischen S. 168/169 eingefügt) finden sich die Zahlenwerte unserer Untersuchungen über den Kalkanspruch (CaCO_3) einzelner Unkrautarten der Tabellen I und II ausgewertet zusammengestellt. Ausserdem haben wir diesbezügliche Befunde verschiedener Autoren zur weiteren Orientierung aufgeführt. Diejenigen Unkrautarten, die auf Grund dieser Befunde mit einiger Sicherheit als Leitpflanzen für den Kalkgehalt ihrer Standorte zu betrachten geeignet erscheinen, sind in der Tabelle durch Fettdruck hervorgehoben worden.

I. Verteilung der Standorte der einzelnen Ackerunkrautarten des untersuchten Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz nach Kalkgehalt (CaCO₃) der Feinerde

Name der Art: 0 bis 2,5 bis 5,0 bis 10,0 bis 15,0 bis 20,0 bis 25,0 bis 30,0 bis 35,0 bis 40,0/50,0 bis 55,0 *)

Gesamtzahl der Aufnahmen	Kalkgehalt (CaCO ₃)										
	208 100,0	16 100,0	5 31,2	6 30,0	7 46,7	15 100,0	20 100,0	2 100,0	3 100,0	2 100,0	1 100,0
1. Equisetum arvense L.	93	5	7	6	7	7	2	1	2	1	—
Frequenz	44,7	31,2	46,7	100,0	100,0	100,0	50,0	66,7	50,0	—	—
Frequenzzahl	86 ¹⁾	7	4	—	—	—	—	1	1	1	—
2. Alopecurus agrestis L.	41,4 ²⁾	43,7	5,0	26,7	—	—	—	33,3	50,0	100,0	—
3. Agrostis Spica venti L.	121	7	16	7	7	1	1	1	—	—	—
Frequenz	58,2	43,7	50,0	46,7	33,3	50,0	50,0	33,3	—	—	—
Frequenzzahl	80	9	6	3	1	—	—	—	2	—	—
4. Agrostis alba L.	38,5	56,3	30,0	20,0	33,3	50,0	—	—	—	—	—
5. Poa trivialis L.	168	14	15	11	—	—	—	—	—	—	—
Frequenz	80,8	87,5	75,0	73,4	—	—	—	—	—	—	—
Frequenzzahl	35	4	2	4	—	—	—	—	—	—	—
6. Agropyron repens (L.) Pal.	16,8	25,0	10,0	26,7	—	—	—	—	—	—	—
7. Rumex obtusifolius L.	57	7	5	4	1	1	—	—	—	—	—
Frequenz	27,4	43,7	25,0	26,7	33,3	50,0	—	—	—	—	—
Frequenzzahl	161	15	12	14	2	2	1	3	2	—	—
8. Polygonum aviculare L.	77,5	93,8	60,0	93,4	66,7	100,0	50,0	100,0	100,0	—	—

*) Auf Getreidefeldern mit 40—50 % CaCO₃-Gehalt des Bodens haben wir keine Unkrautbestandesaufnahmen vorgenommen.

1) Erste Zahlenreihe = absolute Zahl der beobachteten Funde (Frequenz).

2) Zweite Zahlenreihe = relative Zahl der beobachteten Funde (Frequenzzahl).

Name der Art:		0	bis 2,5	bis 5,0	bis 10,0	bis 15,0	bis 20,0	bis 25,0	bis 30,0	bis 35,0	bis 40,0	bis 50,0	bis 55,0
9.	<i>Polygonum Persicaria</i> L.	36	6	4	6	—	—	—	—	1	—	—	—
		17,3	37,5	20,0	40,0	—	—	—	—	33,3	—	—	—
10.	<i>Polygonum</i> mitte Schrank	67	7	5	6	2	—	—	—	—	—	—	—
		32,2	43,7	25,0	40,0	66,7	—	—	—	—	—	—	—
11.	<i>Polygonum Hydropiper</i> L.	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	<i>Polygonum Convolvulus</i> L.	153	14	16	15	3	2	—	—	2	2	1	1
		73,6	87,5	80,0	100,0	100,0	100,0	—	—	66,7	100,0	100,0	100,0
13.	<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	43	2	4	3	1	—	—	—	—	—	—	—
		20,7	12,5	20,0	20,0	33,3	—	—	—	—	—	—	—
14.	<i>Chenopodium album</i> L.	123	13	13	13	2	—	—	2	1	1	—	—
		59,1	81,2	65,0	86,7	66,7	—	—	100,0	33,3	50,0	—	—
15.	<i>Atriplex patulum</i> L.	43	2	3	2	—	—	—	1	1	2	1	1
		20,7	12,5	15,0	13,3	—	—	—	50,0	50,0	100,0	100,0	100,0
16.	<i>Agrostemma Githago</i> L.	21	1	3	1	—	—	—	—	1	—	—	—
		10,1	6,2	15,0	6,7	—	—	—	—	50,0	33,3	—	—
17.	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	94	5	8	7	1	1	—	—	1	2	1	1
		54,2	31,3	40,0	46,7	33,3	50,0	—	—	33,3	100,0	100,0	100,0
18.	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	75	7	7	1	—	—	—	—	1	—	—	—
		36,1	43,7	35,0	6,7	—	—	—	—	50,0	33,3	—	—
19.	<i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	39	4	6	4	—	—	—	—	—	—	—	1
		18,8	25,0	30,0	26,7	—	—	—	—	—	—	—	100,0
20.	<i>Sagina procumbens</i> L.	52	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		25,0	6,2	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	54	7	9	5	—	—	—	—	1	—	—	—
		26,0	43,7	45,0	33,3	—	—	—	—	33,3	—	—	—
22.	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	76	4	5	6	1	—	—	—	—	2	—	—
		36,6	25,0	25,0	40,0	33,3	—	—	—	66,7	100,0	—	—
23.	<i>Ranunculus repens</i> L.	165	14	16	10	2	2	—	1	1	2	1	1
		79,3	87,5	80,0	66,7	66,7	100,0	—	50,0	33,3	100,0	100,0	100,0

Name der Art:	0	bis 2,5	bis 5,0	bis 10,0	bis 15,0	bis 20,0	bis 25,0	bis 30,0	bis 35,0	bis 40,0	bis 50,0	bis 55,0
24. Papaver Rhoeas L.	121	11	15	13	2	1	2	1	2	1	1	1
	58,2	68,8	75,0	86,7	66,7	50,0	100,0	—	—	100,0	—	100,0
25. Thlaspi arvense L.	28	3	4	4	—	—	—	—	—	1	—	—
	13,5	18,7	20,0	26,7	—	—	—	—	—	50,0	—	—
26. Sinapis arvensis L.	38	8	1	—	—	2	—	—	—	1	1	1
	18,3	50,0	5,0	—	—	100,0	—	—	—	50,0	—	100,0
27. Raphanus Raphanistrum L.	38	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18,3	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus .	57	5	7	8	2	—	1	—	—	2	—	—
	27,4	31,3	35,0	53,4	66,7	—	50,0	—	—	100,0	—	—
29. Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh. . .	36	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17,3	12,5	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30. Alchemilla arvensis (L.) Scop.	108	7	8	5	—	—	—	—	—	—	—	—
	51,9	43,9	40,0	33,3	—	—	—	—	—	—	—	—
31. Trifolium pratense L.	68	4	6	4	1	—	—	—	1	—	—	1
	32,7	23,1	30,0	26,7	33,3	—	—	—	33,3	—	—	100,0
32. Trifolium repens L.	128	12	13	5	1	2	2	—	—	—	—	—
	61,5	75,0	65,0	33,3	33,3	100,0	100,0	—	—	—	—	—
33. Vicia hirsuta (L.) S.F. Gray	123	8	10	4	1	1	—	—	1	—	—	—
	59,2	50,2	50,0	26,7	33,3	50,0	—	—	33,3	—	—	—
34. Vicia tetrasperma (L.) Mönch	66	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—
	31,7	12,5	10,0	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Vicia sativa L.	97	8	6	6	1	1	2	1	—	—	—	—
	46,6	50,2	30,0	40,0	33,3	50,0	100,0	33,3	—	—	—	—
36. Euphorbia Helioscopia L.	22	5	5	5	—	—	—	—	2	—	—	—
	10,6	31,4	25,0	33,3	—	—	—	—	66,7	—	—	—
37. Euphorbia exigua L.	75	9	6	4	2	1	1	—	—	2	—	1
	36,1	56,5	30,0	26,7	66,7	50,0	50,0	—	—	100,0	—	100,0
38. Viola tricolor L.	150	12	17	9	3	2	2	3	—	—	—	1
	72,2	75,3	85,0	60,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	—	100,0

Name der Art:	0	bis 2,5	bis 5,0	bis 10,0	bis 15,0	bis 20,0	bis 25,0	bis 30,0	bis 35,0	bis 40,0	bis 50,0	bis 55,0
39. Anagallis arvensis L.	116	8	9	5	1	2	1	1	2	1	2	1
	55,8	50,2	45,0	33,3	33,3	100,0	50,0	33,3	100,0	100,0	100,0	100,0
40. Anagallis coerulea (Schreber) Schinz u. Keller	30	7	6	9	1	1	—	—	—	—	1	—
	14,4	43,9	30,0	60,0	33,3	50,0	—	—	—	—	50,0	—
41. Convolvulus arvensis L.	141	12	9	13	2	2	2	3	2	3	2	1
	67,8	75,3	45,0	86,7	66,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
42. Myosotis arvensis (L.) Hill	174	14	17	10	3	1	2	3	2	3	2	1
	83,7	87,8	85,0	66,7	100,0	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
43. Lithospermum arvense L.	32	3	4	3	1	—	—	—	—	2	—	—
	15,4	18,8	20,0	20,0	33,3	—	—	—	—	66,7	—	—
44. Prunella vulgaris L.	41	1	2	2	—	—	—	—	—	1	—	—
	19,7	6,3	10,0	13,3	—	—	—	—	—	33,3	—	—
45. Galeopsis Tetrahit L.	53	4	5	2	1	1	—	—	—	2	—	—
	25,5	25,1	25,0	13,3	33,3	50,0	—	—	—	66,7	—	—
46. Lamium purpureum L.	45	7	5	8	1	—	—	—	—	—	—	—
	21,6	43,9	25,0	53,4	33,3	—	—	—	—	—	—	—
47. Mentha arvensis L.	25	2	1	1	—	—	—	—	—	2	—	—
	12,0	12,5	5,0	6,7	—	—	—	—	—	66,7	—	—
48. Veronica arvensis L.	98	9	8	2	—	—	—	—	—	—	—	1
	47,1	56,5	40,0	13,3	—	—	—	—	—	—	—	100,0
49. Veronica Tournefortii Gmelin	108	10	11	11	1	2	2	1	1	1	1	1
	52,0	62,7	55,0	73,4	33,3	100,0	100,0	33,3	33,3	50,0	100,0	100,0
50. Plantago major L.	79	3	6	7	—	—	—	—	—	—	2	1
	38,0	18,8	30,0	46,7	—	—	—	—	—	—	100,0	100,0
51. Sherardia arvensis L.	54	5	9	8	—	—	—	—	—	—	1	—
	26,0	31,4	45,0	53,4	—	50,0	100,0	—	—	—	50,0	—

Name der Art:		0	bis 2,5	bis 5,0	bis 10,0	bis 15,0	bis 20,0	bis 25,0	bis 30,0	bis 35,0	bis 40,0	bis 50,0	bis 55,0
52.	<i>Galium Aparine</i> L.	141	14	13	10	3	2	1	3	—	—	—	—
		67,8	87,8	65,0	66,7	100,0	100,0	50,0	100,0	—	—	—	—
53.	<i>Valerianella olitoria</i> (L.) Pollich	65	5	2	3	—	—	1	1	—	—	—	—
		31,2	31,4	10,0	20,0	—	—	50,0	33,3	—	—	—	—
54.	<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	20	2	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—
		9,6	12,5	—	6,7	—	—	—	100,0	—	—	—	—
55.	<i>Legousia Speculum Veneris</i> (L.) Fischer	27	2	4	8	1	1	—	—	—	—	—	—
		13,0	12,5	20,0	53,4	33,3	50,0	—	—	—	—	—	—
56.	<i>Achillea Millefolium</i> L.	44	4	3	5	1	—	1	—	—	—	—	—
		21,2	25,1	15,0	33,3	33,3	—	50,0	—	—	—	—	—
57.	<i>Matricaria Chamomilla</i> L.	70	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		33,7	18,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
58.	<i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> L.	30	4	1	1	—	—	—	—	—	—	1	100,0
		14,4	25,1	5,0	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—
59.	<i>Senecio vulgaris</i> L.	39	6	6	7	2	—	—	2	1	—	—	—
		18,7	37,6	30,0	46,7	66,7	—	—	66,7	50,0	—	—	—
60.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	103	9	11	5	2	2	—	2	—	—	1	100,0
		49,5	56,5	55,0	33,3	66,7	100,0	—	66,7	—	—	—	—
61.	<i>Centaurea Cyanus</i> L.	45	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
		21,6	6,3	5,0	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—
62.	<i>Lapsana communis</i> L.	25	1	2	2	1	—	—	1	—	—	—	—
		12,0	6,3	10,0	13,3	33,3	—	—	33,3	—	—	—	—
63.	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	99	10	8	9	1	—	—	1	2	—	1	100,0
		47,6	62,7	40,0	60,0	33,3	—	—	33,3	100,0	—	—	—
64.	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	110	12	10	12	2	2	1	1	2	—	1	100,0
		53,0	75,3	50,0	80,0	66,7	100,0	50,0	33,3	100,0	—	—	—
65.	<i>Sonchus arvensis</i> L.	30	4	4	4	1	—	1	2	2	—	—	—
		14,4	25,1	20,0	26,7	33,3	—	50,0	66,7	100,0	—	—	—

II. Verteilung der Standorte der einzelnen Ackerunkrautarten des untersuchten Gebietes der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz nach Bodenart (mit Bezug auf den Kalkgehalt (CaCO₃) der Feinerde)

Name der Art:	Böden mit weniger als 2,5 % CaCO ₃		Kalkgesättigte Böden CaCO ₃ = 2,5—20,0%		Mergelböden CaCO ₃ = 20,0—40,0%		Kalkböden CaCO ₃ = über 40,0%	
	Fre- quenz	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz	Fre- quenz- zahl
Gesamtzahl der Aufnahmen	208	100,0	54	100,0	9	100,0	1	100,0
1. Equisetum arvense L.	93	44,7	21	38,9	6	66,7	—	—
2. Alopecurus agrestis L.	86	41,4	12	22,2	2	22,2	1	100,0
3. Agrostis Spica venti L.	121	58,2	25	46,3	3	33,3	1	100,0
4. Agrostis alba L.	80	38,5	19	35,2	3	33,3	—	—
5. Poa trivialis L.	168	80,8	40	74,1	4	44,5	1	100,0
6. Agropyron repens (L.) Pal.	35	16,8	10	18,5	3	33,3	1	100,0
7. Rumex obtusifolius L.	57	27,4	17	31,5	2	22,2	—	—
8. Polygonum aviculare L.	161	77,5	43	79,6	8	89,0	—	—
9. Polygonum Persicaria L.	36	17,3	16	29,6	1	11,1	—	—
10. Polygonum mite Schrank	67	32,2	20	37,1	—	—	—	—
11. Polygonum Hydro Piper L.	26	12,5	—	—	—	—	—	—
12. Polygonum Convolvulus L.	153	73,6	48	89,0	6	66,7	1	100,0
13. Chenopod. polyspernum L.	43	20,7	10	18,5	—	—	—	—
14. Chenopodium album L.	123	59,2	41	76,0	4	44,5	—	—
15. Atriplex patulum L.	43	20,7	7	13,0	4	44,5	1	100,0
16. Agrostemma Githago L.	21	10,1	5	9,3	2	22,2	—	—
17. Stellaria media (L.) Vill.	94	45,2	21	38,9	5	55,6	1	100,0
18. Cerastium glomerat. Thuill.	75	36,1	15	27,8	3	33,3	—	—
19. Cerast. caespitosum Glibb.	39	18,8	14	26,0	—	—	1	100,0
20. Sagina procumbens L.	52	25,1	2	3,7	—	—	—	—
21. Arenaria serpyllifolia L.	54	26,0	21	38,9	1	11,1	—	—
22. Ranunculus arvensis L.	76	36,6	16	29,6	4	44,5	—	—
23. Ranunculus repens L.	165	79,4	42	77,8	6	66,7	1	100,0

Name der Art:	Böden mit weniger als 2,5 % CaCO ₃		Kalkgesättigte Böden CaCO ₃ = 2,5—20,0%		Mergelböden CaCO ₃ = 20,0—40,0%		Kalkböden CaCO ₃ = über 40,0%	
	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl
24. Papaver Rhoëas L.	121	58,2	41	76,0	5	55,6	1	100,0
25. Thlaspi arvense L.	28	13,5	11	20,4	1	11,1	—	—
26. Sinapis arvensis L.	38	18,3	9	16,7	3	33,3	1	100,0
27. Raphanus Raphanistrum L.	38	18,3	1	1,8	—	—	—	—
28. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus	57	27,4	22	40,8	3	33,3	—	—
29. Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.	36	17,3	4	7,4	—	—	—	—
30. Alchemilla arv. (L.) Scop. . .	108	52,0	20	37,1	—	—	—	—
31. Trifolium pratense L.	68	32,7	15	27,8	1	11,1	1	100,0
32. Trifolium repens L.	128	61,6	31	57,4	4	44,5	—	—
33. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	123	59,2	23	42,6	2	22,2	—	—
34. Vicia tetrasp. (L.) Mönch. .	66	31,8	6	11,1	—	—	—	—
35. Vicia sativa L.	97	46,7	21	38,9	4	44,5	—	—
36. Euphorbia Helioscopia L. . .	22	10,6	15	27,8	2	22,2	—	—
37. Euphorbia exigua L.	75	36,1	21	38,9	4	44,5	1	100,0
38. Viola tricolor L.	150	72,2	41	76,0	9	100,0	1	100,0
39. Anagallis arvensis L.	116	55,8	23	42,6	6	66,7	1	100,0
40. Anagallis coerulea (Schre- ber) Schinz u. Keller	30	14,4	23	42,6	2	22,2	—	—
41. Convolvulus arvensis L. . . .	141	67,8	36	66,7	9	100,0	1	100,0
42. Myosotis arvensis (L.) Hill.	174	83,7	44	81,5	8	89,0	1	100,0
43. Lithospermum arvense L. . . .	32	15,4	11	20,4	2	22,2	—	—
44. Prunella vulgaris L.	41	19,7	5	9,3	1	11,1	—	—
45. Galeopsis Tetrabit L.	53	25,5	12	22,2	3	33,3	—	—
46. Lamium purpureum L.	45	21,7	21	38,9	—	—	—	—
47. Mentha arvensis L.	25	12,1	4	7,4	2	22,2	—	—

Name der Art:	Böden mit weniger als 2,5% CaCO ₃		Kalkgesättigte Böden CaCO ₃ = 2,5—20,0%		Mergelböden CaCO ₃ = 20,0—40,0%		Kalkböden CaCO ₃ = über 40,0%	
	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl	Fre- quenz- zahl
48. <i>Veronica arvensis</i> L.	98	47,1	19	35,2	—	1	100,0	
49. <i>Veronica Tournef. Gmelin.</i>	108	52,0	33	61,1	6	1	100,0	
50. <i>Plantago major</i> L.	79	38,0	16	29,6	2	1	100,0	
51. <i>Sherardia arvensis</i> L.	54	26,0	22	40,8	4	—	—	
52. <i>Galium Aparine</i> L.	141	67,8	40	74,1	6	—	—	
53. <i>Valerianella olitoria</i> (L.) Pollich	65	31,3	10	18,5	2	—	—	
54. <i>Valerianella dent. (L.)</i> Poll. Legousia <i>Speculum Veneris</i> (L.) Fischer	20	9,6	3	5,6	2	—	—	
56. <i>Achillea Millefolium</i> L.	27	13,0	15	27,8	1	—	—	
57. <i>Matricaria Chamomilla</i> L.	44	21,2	13	24,1	1	—	—	
58. <i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> L.	70	33,7	3	5,6	—	—	—	
59. <i>Senecio vulgaris</i> L.	30	14,4	6	11,1	—	1	100,0	
60. <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. 61. <i>Centaurea Cyanus</i> L.	39	18,8	21	38,9	3	—	—	
62. <i>Lapsana communis</i> L.	103	49,6	27	50,0	4	1	100,0	
63. <i>Taraxacum officin. Weber.</i>	43	21,7	4	7,4	—	—	—	
64. <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	25	12,1	6	11,1	1	—	—	
65. <i>Sonchus arvensis</i> L.	99	47,6	28	51,9	3	1	100,0	
	110	53,0	36	66,7	6	1	100,0	
	30	14,4	13	24,1	5	—	—	

Die hier vorliegenden Daten lassen einerseits doch erkennen, dass die einzelnen Unkrautarten verschiedene Ansprüche an den Kalkgehalt des Bodens stellen. Während die einen vorwiegend auf Kalk und besonders auf kalkreichen Böden vorkommen, ziehen andere wieder kalkarme und kalkfreie Böden vor. Zur Beurteilung des Kalkgehaltes (CaCO_3) der Böden auf Grund der darauf vorkommenden Pflanzen, und hier insbesondere der Unkrautflora, wäre es daher naturgemäss am einfachsten, wenn dazu nur einige Pflanzenarten benützt werden könnten. Diese Arbeitsweise würde aber oft zu Trugschlüssen führen; denn einmal ist das Auftreten gewisser Unkräuter nicht nur allein vom Kalkgehalt des Bodens abhängig. Es kann daher nicht genug darauf hingewiesen werden, dass stets das Gesamtbild des Unkrautbestandes eines Ackers betrachtet werden muss. Dabei kommt es auch nicht nur allein auf das Vorkommen, sondern auch auf die *Menge des Auftretens* an. Ein Boden, der von einer in Masse gedeihenden kalkfeindlichen Flora besiedelt ist, ist mit Bezug auf seinen Kalkgehalt ganz anders zu beurteilen, als wenn diese Pflanzenarten darauf nur ganz vereinzelt zu finden sind.

Die neueren Forschungen auf dem Gebiete des Einflusses der *chemischen* Bodennatur auf die lokale Pflanzenverteilung messen neben dem Kalkgehalt der *Wasserstoffionenkonzentration des Bodens* bzw. der *Bodenlösungen* die grösste Bedeutung zu. Die Konzentration der in den Bodenlösungen vorhandenen H-Ionen, sowie der vorhandenen OH-Ionen bestimmt die *Reaktion* des Bodens, und zwar diejenige der H-Ionen die saure, die der OH-Ionen die alkalische. Ausserdem bedingen auch die im Boden anwesenden Alkali- und Erdalkaliionen durch Verdrängen der H-Ionen die Neutralisation und bei höherer Konzentration die alkalische Reaktion des Bodens und der Bodenlösungen. Bei alkalischer Reaktion finden sich in den Bodenlösungen vorherrschend Alkali-, Erdalkali- und OH-Ionen, während bei saurer Reaktion die H-Ionen überwiegen. Bei Abnahme der Alkali- und Erdalkaliionenkonzentration, z. B. bei Auswaschung, nimmt infolge der elektrolytischen Dissoziation die H-Ionenkonzentration zu und führt unter Umständen zur Bodenversauerung. Die Bodenreaktion ist somit weitgehend abhängig vom Gehalt des Bodens an Alkalien und Erdalkalien, wie Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium, so dass begreiflich erscheint, dass

früher dem Kalkgehalt des Bodens eine übergeordnete Bedeutung für die lokale Vegetationsverteilung zugemessen worden ist und versucht wurde, die Frage einseitig von dieser Seite aus aufzuklären.

Schon 1897 vertrat Pfeffer in seiner «Pflanzenphysiologie» (I. Band, II. Aufl., S. 435) die Ansicht, dass auch die Reaktion der Nährlösung das Vorkommen oder Nichtvorkommen bestimmter Pflanzenarten auf gewissen Unterlagen beeinflussen könne. Einige Jahre später gelang es dann Paul⁽²⁰¹⁾ auch wirklich nachzuweisen, dass CaCO_3 allein durch seine alkalische Reaktion auf Sphagnumarten giftig wirke, was auch Mevius⁽¹⁶⁵⁾ später bestätigte. 1909 äusserte sich dann Ravn⁽²⁰⁹⁾ auch dahin, dass kalkholde Pflanzen am besten auf alkalischem und kalkfeindliche am besten auf saurem Boden gedeihen, und er vertrat die Ansicht, den Terminus *technicus* «kalkfeindliche oder kalkfliehende Gewächse» in «säureliebende» und «kalkholde oder kalkliebende und kalkstete» in «säurefliehende oder alkaliliebende Gewächse» umzuwandeln.

Die Richtigkeit der Ravn'schen Auffassung bestätigten die Ergebnisse der Untersuchungen von R. Chodat^(nach 165) über das Gedeihen der kalkfliehenden *Digitalis purpurea* L., die feststellten, dass diese bei alkalischer Reaktion des Nährsubstrates sofort einging. Auf Grund dieser und weiterer eigener Beobachtungen hielt dann Molisch in seiner «Pflanzenphysiologie» 1913 bereits fest, dass nicht der Kalk als solcher auf einzelne Pflanzenarten, sondern bloss die alkalische Reaktion giftig wirke. Alle diese Betrachtungen veranlassten in der Folge eine Reihe von Forschern, den Einfluss von Basen und Säuren auf das Pflanzenwachstum im allgemeinen und besonders der Kulturpflanzen zu studieren; nachdem weiter festgestellt worden war, dass alkalische Reaktion der Nährlösungen günstig auf das Bakterienwachstum, und umgekehrt saure Reaktion günstig auf das Gedeihen der Pilze wirke. Das Endresultat all dieser Untersuchungen bestätigt die grosse Bedeutung der *Reaktion* und *Wasserstoffionenkonzentration* des Nährsubstrates für die verschiedensten Pflanzen.

Die Abhängigkeit der Verbreitung der wildwachsenden Pflanzen von der Bodenreaktion genauer festgelegt hat allerdings erst die neueste Forschung durch Wherry⁽²⁶¹⁾, O. Arrhenius⁽⁴⁾, Moore und Taylor, Atkins, Salisbury und Kelley,

durch F. Chodat ⁽³⁶⁾, Braun-Blanquet und Jenny ⁽⁴⁴⁾ und durch Pallmann und Hafter ⁽¹⁹⁹⁾. Besonders eingehend hat Olsen ⁽¹⁹²⁾ diese Fragen bearbeitet. Während er die natürliche Flora der Wiesen und Wälder und der Moor- und Mineralböden auf ihre Beziehungen zur Bodenreaktion studierte, haben Ferdinandsen ⁽⁶⁴⁾, Nielsen ⁽¹⁸⁸⁾, Brenchley ⁽¹⁸⁾, Steyer und Eberle ⁽²³⁷⁾ und Volkart ⁽²⁵¹⁾ speziell das Vorkommen der Unkrautflora und ihre Abhängigkeit von der Bodenreaktion untersucht und konnten die früheren diesbezüglichen Resultate über die Beziehungen der Pflanzenverteilung und Bodenreaktion allgemein bestätigen.

Neben dem Studium des Einflusses der Reaktion und Wasserstoffionenkonzentration auf die Verteilung der natürlichen Flora wurde auch bald die Frage über die Wirkung der Bodenreaktion auf das Gedeihen und das Wachstum der *Kulturpflanzen* Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Besonders haben sich mit der Erforschung dieser Verhältnisse Olsen ⁽¹⁹²⁾, Bryan ^(nach 110), O. Arrhenius ⁽⁴⁾, Oswald ^(nach 110), Hiltner ⁽⁹³⁾ und Trénel ⁽²⁴⁴⁾ beschäftigt. Sie fanden, dass auch die einzelnen Kulturpflanzen bei einer bestimmten pH-Amplitude am besten gedeihen. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen wir in nachstehender Tabelle, die wir Kappen ⁽¹¹⁰⁾ entnehmen, folgen:

Pflanze	Reaktionsbreiten in pH für Erzielung guter Ernten				
	Arrhenius	Hiltner	Trénel	Olsen	Oswald
Winterweizen . . .	6,3 — 7,6	6,8—8	6—7	—	—
Sommerweizen . . .	6,6 — 7,3	—	6—7	—	—
Gerste	7,0 — 7,8	6—7	7—8	6,5—8,0	7—8
Luzerne	7,3 — 8,1	6,8—8	7—8	6,5—7,0	über 7
Rotklee	5,8 — 6,5	6—8	6—7	—	über 7
Wiesen- fuchsschwanz . . .	5,5 — 6,3	—	—	—	—
Roggen	5,0 — 6,0	5—7	4—7	6,0—6,5	—
Kartoffeln	4,85—5,6	—	5—6	—	—
Hafer	—	5—8	5—6	—	5—6
Timothe	4,9 — 5,5	—	—	—	—

Olsen ⁽¹⁹²⁾ wirft, angeregt durch seine Untersuchungsergebnisse, die Frage auf, ob es möglich wäre, an Hand bestimmter, den Boden besiedelnder Pflanzenarten den pH-Wert der Unterlage zu

bestimmen. Diese Frage bejaht er, knüpft aber daran die Bedingung, dass nur bei genügender Häufigkeit des Vorkommens einer Pflanzenart auf einem Boden ein Rückschluss auf seine Reaktion gezogen werden könne. Je enger dabei der pH-Intervall einer Pflanzenart erscheine, um so höher müsse natürlich auch diese Leitpflanze zur Reaktionsbeurteilung des Bodens bewertet werden. O. Arrhenius⁽⁴⁾ und auch Lundegårdh⁽¹⁵⁶⁾ machen gegenüber diesen Ansichten Olsens mit Recht einige Vorbehalte. Sie weisen darauf hin, dass die Verbreitung der Pflanzen nicht allein vom pH-Wert der Standorte abhängig sein werde. Von diesem Gesichtspunkt aus wenden sie sich gegen eine Ueberschätzung der Wasserstoffionenkonzentration als bestimmenden Faktor für die Verteilung der Pflanzenarten in der Natur. Wenn dieser Einwand auch seine Berechtigung hat, so kann die Heranziehung gewisser Pflanzenarten zur Beurteilung der Reaktion des Bodens gewiss nicht ganz von der Hand gewiesen werden. Schon immer hat der Landwirt das Auftreten bestimmter Ackerunkräuter als Kennzeichen einer Reaktionsänderung, namentlich einer Bodenversauerung betrachtet. Erst die neueren Forschungen auf diesem Gebiete haben den engeren Zusammenhang zwischen der Unkrautflora eines Ackerbodens und seiner Reaktion festgelegt.

Mit der Lösung der Aufgabe über den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration des Nährsubstrates auf das Pflanzenwachstum und die Pflanzenverteilung drängte sich die Beantwortung der Frage über die *Art* und *Weise* der Wirkung der Reaktion auf. Die erste Ueberlegung führt zur Vermutung, dass die H- und OH-Ionen des Substrates durch Aenderung der Reaktion der Pflanzenzellen physiologische Störungen irgendeiner Art (Koagulation von Eiweißstoffen, Beeinflussung der Enzymtätigkeit oder andere schädliche Wirkungen) hervorbringen könnten. Diese Hypothese versuchten Kappen⁽¹¹⁰⁾, Mevius⁽¹⁶⁵⁾, O. Arrhenius⁽⁴⁾ u. a. m. experimentell abzuklären. Sie gelangten aber fast ausnahmslos zur Ueberzeugung, dass die Reaktion des Aussenmediums kaum eine Aenderung der Reaktion des Zellinnern herbeizuführen vermöge, es sei denn, dass durch eine abnormal hohe H- und OH-Ionenkonzentration des Nährsubstrates eine Schädigung der Zelle bedingt werde. Der Protoplast verhindert — wenn vielleicht auch nicht vollständig — das Eindringen von H- und OH-Ionen in das Zellinnere



* V O R L A G E - G R O S S - E T H *

:

Vorlage > A3

:



* V O R L A G E - G R O S S - E T H *

:

innerhalb eines gewissen Ionenkonzentrationsbereiches, so dass eine Aenderung der Zellsaftreaktion nicht stattfindet. Die Anpassung der Zellsaftreaktion an die Wasserstoffionenkonzentration des Aussenmediums kann daher nicht weiter als Ursache der Wirkung der H- und OH-Ionen auf die Pflanzenverbreitung und das Pflanzenwachstum betrachtet werden.

Man versuchte dann die Wirkung der H-Ionen als mehr sekundärer Natur hinzustellen, und die Ursache im Einfluss der H-Ionen auf die elektrische Ladung der Protoplasmakolloide und somit auf die Permeabilität der Pflanzenzellen zu suchen. Diese Hypothese wurde vor allen von O. Arrhenius und Mevius vertreten und eingehend studiert. Die beiden Autoren gelangen im Prinzip zu übereinstimmenden Erklärungen der Hypothese, die sich aber doch auch in bestimmten Punkten widersprechen. O. Arrhenius⁽⁴⁾ nimmt an, dass die H-Ionen einen gewissen Schwächezustand in der Grenzschicht der Wurzelzellen bedingen. Sie lasse infolgedessen grosse Mengen von Salz durch, so dass die Funktion der Zelle durch diese abnormale Salzaufnahme gestört werde. Er begründet diese Erklärung mit den Ergebnissen seiner Versuche über die Ionenaufnahme bei Weizen und Radieschen bei künstlicher Kultur in Nährlösungen von konstanten, aber abgestuften pH-Werten. Diese Versuche ergaben beim Wachstumsminimum der verschiedenen Pflanzen ein Maximum der Salzaufnahme, welches der Autor auf eine Schädigung der Wurzelzellen durch die H-Ionen zurückführt. Mevius⁽¹⁶⁵⁾ konnte ähnliche Erscheinungen beobachten und ist ebenfalls der Ansicht, dass bei der Wasserstoffionenkonzentration des Wachstumsminimums eine starke Permeabilitätssteigerung der Zellen eintrete, die eine mehr oder weniger starke Exosmose zur Folge haben müsse. Nach Arrhenius besteht also die ungünstige Wirkung der H-Ionenkonzentration des Nährsubstrates auf das Pflanzenwachstum in einer Stoffanreicherung, bei Mevius dagegen in einer Stoffentleerung der Zelle. Die in dieser Richtung durchgeführten Untersuchungen sind heute noch zu wenig zahlreich, als dass die von Mevius und Arrhenius aufgestellten Hypothesen als bewiesen zu betrachten wären. Osvald^(nach 110) hat mit Roggen, Hafer, Klee und Luzerne gleiche Versuche angestellt, die aber keine einwandfreien Beweise der Richtigkeit einer dieser Hypothesen lieferten. Auch Versuche von Olsen⁽¹⁹²⁾ brachten in dieser Frage keine Abklärung.

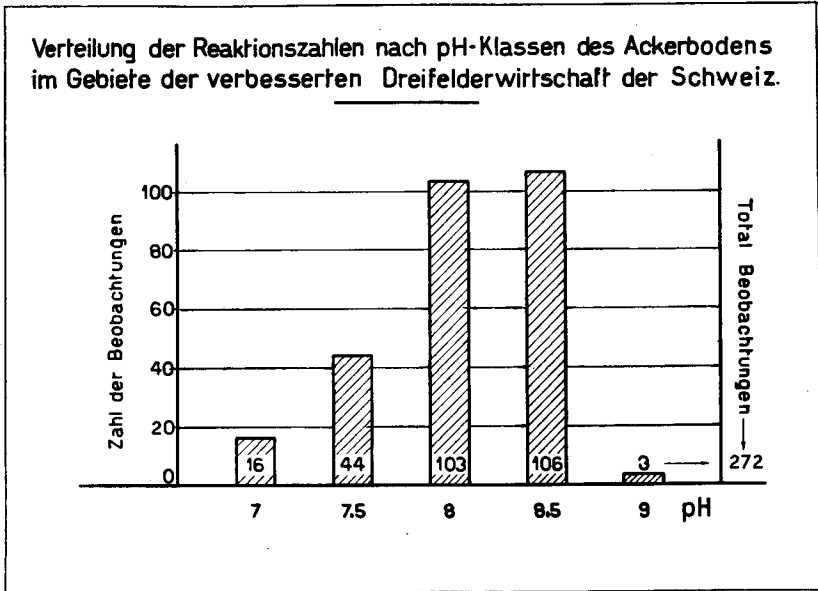
Als indirekte Wirkung der Wasserstoffionen erkannte man auch im alkalischen Reaktionsbereich Löslichkeitsbehinderung wichtiger Pflanzennährstoffe; im sauren Reaktionsgebiet dagegen das Freiwerden von toxisch wirkenden Ionen, wie Aluminium- und Eisenionen.

Alle diese Untersuchungen lassen deutlich einen Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration und der Reaktion des Bodens oder des Nährsubstrates auf das Pflanzenwachstum und die Pflanzenverbreitung und -verteilung erkennen. Sie erklären aber noch keineswegs die Ursache der Wirkung, so dass es hier noch vieler Untersuchungen bedarf, bis wir darüber zu klarer Einsicht gelangt sind.

Nach diesen allgemeinen Erläuterungen über Einfluss und Wirkung der Wasserstoffionenkonzentration des Nährsubstrates auf das Pflanzenleben wenden wir uns der Betrachtung der *Abhängigkeit der Verteilung und Verbreitung der untersuchten Unkrautvegetation der Dreifeiderwirtschaft vom pH-Wert und der Bodenreaktion zu.*

Die Ergebnisse der elektrometrischen pH-Messungen unserer Ackerböden zeigen in Klassen geordnet folgende Verhältnisse:

Bodentypus:	pH-Wert-Klassen					
	6,5 bis 7,0	7,0 bis 7,5	7,5 bis 8,0	8,0 bis 8,5	8,5 bis 9,0	9,0/6,5 bis 9,0
1. Braunerdeböden des Mittellandes:						
Anzahl Böden absolut	5	35	74	77	1	192
Anzahl Böden in Prozent	2,60	18,20	38,60	40,10	0,50	7,60
CaCO ₃ -Gehalt in Prozent	0—0,02	0—0,60	0—11,40	0,15—15,60	4,0	0—15,60
2. Braunerdeböden des Tafeljuras auf Keuper:						
Anzahl Böden absolut	—	1	6	16	—	23
Anzahl Böden in Prozent	—	4,30	26,10	69,60	—	8,50
CaCO ₃ -Gehalt in Prozent	—	—	0—2,82	0,25—13,70	—	0—13,70
3. Braunerdeböden des Tafeljuras auf Molasse, Diluvial- u. Alluvialablagerungen:						
Anzahl Böden absolut	1	6	12	2	—	21
Anzahl Böden in Prozent	4,70	28,60	57,20	9,50	—	7,70
CaCO ₃ -Gehalt in Prozent	0,22	0—0,08	0,03—1,30	1,20	—	0—1,30
4. Humuscarbonatböden des Juras:						
Anzahl Böden absolut	—	—	1	9	2	12
Anzahl Böden in Prozent	—	—	8,30	75,00	16,70	4,40
CaCO ₃ -Gehalt in Prozent	—	—	54,60	16,20—37,20	35,00	16,20—54,60
5. Lösslehm Böden des Mittellandes:						
Anzahl Böden absolut	—	1	6	2	—	9
Anzahl Böden in Prozent	—	11,10	66,70	22,20	—	3,30
CaCO ₃ -Gehalt in Prozent	—	0,05	0,74	0,55—1,70	—	0—1,70
6. Lösslehm- und lösslehmähnliche Böden des schweizerischen Tafeljuras:						
Anzahl Böden absolut	10	1	4	—	—	15
Anzahl Böden in Prozent	66,70	6,70	26,60	—	—	5,50
CaCO ₃ -Gehalt in Prozent	—	—	0,35	—	—	0—0,35
Total: absolut	16	44	103	106	3	272
in Prozent	5,90	16,20	37,90	38,90	1,10	100,00
CaCO₃-Gehalt in Prozent	0—0,22	0—0,60	0—54,60	0,15—37,20	4—35,0	0—54,60



Das untersuchte Ackerland der Dreifelderwirtschaft reagiert also vorwiegend alkalisch. $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$ aller analysierten Felder sind alkalisch bis stark alkalisch, während weniger als $\frac{1}{5}$ neutrale bis schwach alkalische und rund $\frac{1}{20}$ neutrale bis schwach saure Reaktion zeigen. Saure und stark saure Böden haben wir keine beobachtet, und solche werden im Dreifeldergebiet überhaupt als Ackerland kaum angetroffen. Das Ueberwiegen der alkalischen Böden erscheint uns beim Betrachten der vorherrschenden Bodentypen auch selbstverständlich zu sein. Es entfallen davon 86,80 % auf *Braunerdeböden*, die, wie wir schon im I. Teil, S. 40 erwähnten, zum grössten Teil neutral bis schwach alkalisch bis alkalisch reagieren. Sie zeigen keine Kolloidwanderung, sind aus einem Muttergestein mit mittlerem Kalkgehalt entstanden, weisen durch Calcium und andere Kationen adsorptiv gesättigte Gele und adsorptiv gesättigten Humus auf und besitzen eine reiche, tätige Bakterienflora, welche einen raschen Abbau der organischen Substanz bedingt. Ueberdies wird das Getreideland mit Stallmist, Kalisalzen und Thomasmehl im allgemeinen reichlich gedüngt. Trotz unserem humiden Klima muss daher eine fortschreitende Degradierung, d. h. eine Versauerung der Braunerdeböden der Dreifel-

derwirtschaft als ausgeschlossen betrachtet werden. Auch die vorhandenen *Humuscarbonatböden* oder *Rendzina des Tafeljuras* (4,40 %) sind durch alkalische Reaktion charakterisiert. Sie sind aus einem kalkreichen Muttergestein hervorgegangen, dessen Kalkgehalt von Anfang an die Versauerung der Verwitterungsprodukte verhütet (s. weiter I. Teil, S. 42). Die uns noch übrig bleibenden 8,80 % entfallen auf Lösslehm und lösslehmähnliche Böden, die allerdings infolge stärkerer oder schwächerer Entkalkung gleichsam eine Degradierung und leichte Versauerung aufweisen.

Ganz andere Reaktionsverhältnisse des Ackerlandes, bzw. der Getreidefelder hat Volkart⁽²⁵¹⁾ in den schweizerischen Gebirgsgegenden vorgefunden. Auch hier sind es zum nicht geringen Teil Diluvial- und Alluvialböden (wie im Bündneroberland und Tes-sin), die aber aus *saurem Silikatgestein* hervorgegangen sind. Daneben treffen wir auch hier als Muttergestein Kalkphyllite des grauen tertiären Bündnerschiefers (Schanfigg, Says, Valzeina, Samnaun), wie auch dolomitisches Kalkgestein (Val Blenio) an. Die Reaktionsverhältnisse des Bodens der Gebirgsäcker ergeben folgendes Bild:

Bodentypus	pH - Wert - Klassen								
	5,0 bis 5,5	5,5 bis 6,0	6,0 bis 6,5	6,5 bis 7,0	7,0 bis 7,5	7,5 bis 8,0	8,0 bis 8,5	8,5 bis 9,0	9,0 bis 9,0
1. Braunerdeböden:									
Anzahl Böden absolut	—	—	—	—	3	60	50	32	145
in Prozent	—	—	—	—	2,00	41,40	34,50	22,10	38,50
CaCO ₃ -Gehalt									
in Prozent	—	—	—	—	0	Spuren	—	36,00	
2. Leicht podsolierte Braunerde:									
Anzahl Böden absolut	28	24	69	87	22	1	—	—	231
in Prozent	12,10	10,40	29,90	37,70	9,50	0,40	—	—	61,40
CaCO ₃ -Gehalt									
in Prozent	0	0	0	0	0	0	—	—	
Total: absolut	28	24	69	87	25	61	50	32	376
in Prozent	7,40	6,40	18,30	23,20	6,70	16,20	13,30	8,50	100,0
CaCO ₃ %	0	0	0	0	0	Spuren	—	36,00	

Während bei unseren Untersuchungen im Dreifeldergebiet mehr als $\frac{2}{5}$ aller untersuchten Felder auf Braunerdeböden entfallen, ergaben die Untersuchungen Volkarts⁽²⁵¹⁾ im Gebirge nur ungefähr $\frac{2}{5}$ Braunerdeböden. Hier entfallen dagegen $\frac{3}{5}$ auf leicht *podso-*

lierte Braunerde. Im Gebirge müssen sich daher auch andere Reaktionsverhältnisse zeigen. Neben Zunahme der Humidität (Zunahme der Niederschläge und Abnahme der Temperatur) ist es auch hier vornehmlich der Kalkgehalt des Muttergesteins, der den Bodentypus und die Reaktion bedingt. Während auch im Gebirge auf und aus Bündnerschiefer, Flysch und Kalkgesteinen infolge deren relativ ansehnlichen Kalkgehaltes Braunerdeböden entstehen, bilden sich aus dem kalkfreien Material der Silikatgesteine podsollierte Braunerdeböden, die von Natur aus schwach saure bis saure Reaktion besitzen. Volkart untersuchte beinahe $\frac{1}{3}$ schwach saure bis saure Felder, über $\frac{1}{4}$ neutrale bis schwach alkalische und fast $\frac{2}{5}$ alkalische bis stark alkalische Ackerböden. Auch diese Reaktionsverhältnisse sind uns bei der Betrachtung des CaCO_3 -Gehaltes der Ackerböden des Gebirges, worüber uns die nachstehenden Zahlen aufklären, begreiflich:

Anzahl untersuchter Ackerböden	CaCO ₃ -Gehalt in Prozent		
	0	0 — 2,50	über 2,50
Absolut	234	11	131
in Prozent	62,30	2,90	34,80

Hier entfallen etwas mehr als $\frac{1}{3}$ auf kalkhaltige und kalkreiche Böden (bei der Dreifelderwirtschaft $\frac{3}{4}$) und $\frac{2}{3}$ zeigen sich als CaCO_3 -freie Gebiete (Dreifelderwirtschaft $\frac{1}{4}$).

Während also im Dreifeldergebiet $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$ aller untersuchten Getreidefelder alkalisch bis stark alkalisch und bloss $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ neutral bis schwach sauer reagieren, zeigen sich die Ackerböden der schweizerischen Gebirgsgegenden nur zu $\frac{2}{5}$ als alkalisch bis stark alkalisch, zu $\frac{1}{4}$ neutral und beinahe zu $\frac{1}{3}$ schwach sauer bis sauer. Diese verschiedenen Verhältnisse der Wasserstoffionenkonzentration sowie des Gehaltes an CaCO_3 müssen auch eine verschiedene Ackerunkrautflora im Gebirge und im Dreifeldergebiet der Ebene bedingen, sofern wirklich engere Beziehungen zwischen Reaktion des Bodens und Pflanzenverteilung und -wachstum bei uns bestehen. Während im Gebirge die die sauren Böden bevorzugenden Ackerunkrautarten häufiger zu beobachten sein müssen, scheinen diese in der Ebene zurückzutreten, um alkalische Böden bevorzugende Arten vorherrschen zu lassen, während diese im Gebirge wieder in Minderheit sein werden.

Den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration und der Reaktion des Nährsubstrates auf das Wachstum und die lokale Verteilung und Verbreitung der Pflanzen zu studieren, erlauben uns *zwei* verschiedene Untersuchungsverfahren:

1. die künstliche Kultur bei abgestuften pH-Werten des Nährsubstrates,
2. die statistische Methode.

Die *künstliche Kultur* zum Studium obiger Frage verlangt Abstufung der Wasserstoffionenkonzentration des Nährsubstrates (Boden oder Wasserkultur). Sie eignet sich besonders zur Ermittlung der zum optimalen Wachstum der einzelnen Pflanzenarten notwendigen pH-Werte des Nährbodens, namentlich der Kulturpflanzen. Diese Methode wurde angewendet von Olsen (192), O. Arrhenius (4), Mevius (185), Trénel (244), H. Oswald (nach 110), Kappen (110) u. a. m.

Wollen wir aber den Einfluss der H-Ionenkonzentration des Bodens auf das Vorkommen und die Verteilung der natürlichen Pflanzenarten und -bestände untersuchen, so erscheint uns das zweite Verfahren, die *statistische Methode*, den Vorzug zu verdienen. Nachteilig wirkt bei ihr in erster Linie die Miterfassung der Wirkungen vieler uns unbekanntem Vegetationsfaktoren und ihren Kombinationen, die nicht oder nur schwer zu eliminieren sind und sich bei den Ergebnissen ungünstig auswirken. Sie erschweren einen Vergleich der Ergebnisse. Andererseits verlangt die statistische Arbeitsmethode, um sichere Resultate liefern zu können, zahlenreiches Untersuchungsmaterial und ist dadurch zeitraubend. Sie erlaubt uns aber die Bearbeitung eines ausgedehnteren und pflanzenartenreicheren Gebietes. Mit Hilfe dieser Arbeitsmethode führten Ferdinandsen (64), Steyer und Eberle (237), E. Hiltner (93), F. Chodat (35), Wherry (261), Brenchley (18), Braun-Blanquet und Jenny (14), Volkart (251), Pallmann und Haffter (199), sowie auch gemeinsam mit der Kulturmethode O. Arrhenius (4) und Olsen (192) u. a. m. ihre Untersuchungen durch.

Während das Kulturverfahren infolge der weitgehenden Bestimmungsmöglichkeit der gewünschten und der Eliminierungsmöglichkeit der unerwünschten Vegetationsfaktoren durch den Versuchsansteller präzisere Resultate zeitigen kann, die dann aber auch

mehr spezifischer Natur sind, liefert uns die statistische Arbeitsweise Ergebnisse von allgemeinerem Wert, die uns auch keine grössere Sicherheit und Genauigkeit vortäuschen, als ihnen in Wirklichkeit zukommt. Die statistische Arbeitsmethode beruht auf den botanischen Feldanalysen (Bestandesaufnahmen), den pH-Messungen des Bodens der Standorte der Pflanzenarten und letzten Endes in der Auswertung der Ergebnisse.

Die erste Arbeitsweise wertet die gesammelten Resultate einer Beobachtungsreihe *variationsstatistisch* aus. Unter Zugrundelegung der beobachteten pH-Werte und mit Hilfe der Galton'schen Variationsgleichung (s. II. Teil, S. 114) wird die «*ideale Variationsreihe*» mit symmetrischer Verteilung und Gruppierung der Einzelwerte um den wahrscheinlichsten Wert, den Mittelwert berechnet. Die «*ideale Variationsreihe*» bzw. deren «*ideale Variationskurve*» stellt uns dann den Mittelwert, um den sich die Einzelergebnisse mehr oder weniger eng gruppieren, und der daher der wahrscheinlichste Wert ist, zahlenmässig und graphisch dar. Diese Auswertungsart gibt uns an, um welchen pH-Wert sich die einzelnen gefundenen pH-Werte der untersuchten Standorte der betreffenden Pflanzenart gruppieren, und welcher pH-Wert der Standorte in dieser bestimmten Gegend als der *wahrscheinlichste* für sie betrachtet werden muss. Die variationsstatistische Auswertung erfordert zur Berechnung der *Streuung* «*s*» und des *Variabilitätsmasses* «*h*» (s. II. Teil, S. 114), wenn auch nur indirekt die Bildung des arithmetischen *mittleren pH-Wertes* der Beobachtungsreihe, wodurch diese Auswertungsart kritisch betrachtet werden muss. Das arithmetische Mittel der pH-Werte einer Beobachtungsreihe entspricht nicht der mittleren Wasserstoffionenkonzentration der untersuchten Böden, denn die pH-Werte stellen nur das Symbol der H-Ionenkonzentration und daher bloss relative Werte dar. Sie entsprechen ja den negativen Logarithmen der $[H^+]$, so dass pH 6 nicht eine um eine Einheit höhere H-Ionenkonzentration als pH 5 anzeigt, sondern pH 6 entspricht einer 10mal kleineren H-Ionenkonzentration als pH 5 und einer 100mal kleineren als pH 4. Die Bildung des arithmetischen Mittels der pH-Werte gibt uns somit ein falsches Bild über die Wasserstoffionenkonzentration der Standorte der einzelnen Pflanzenarten.

Ausserdem ist die Bildung des arithmetischen Mittels der pH-

TAFEL V



Bild 8

Gemeindebann Ramsen (Kt. Schaffhausen)

Dreifelderwirtschaft mit typisch parzelliertem Grundbesitz

Aufnahme der Eidg. Landestopographie

Werte einer Beobachtungsreihe auch vom pflanzenphysiologischen Standpunkt aus für das Studium des Einflusses der Wasserstoffionenkonzentration auf das Pflanzenleben von kleinerem Wert, da sich die Nährstoffversorgung einer bestimmten Pflanzenart nicht bei einem bestimmten pH-Wert, sondern innerhalb eines weiteren Bereiches optimal vollzieht.

Der zweite Weg der Auswertung der statistischen Ergebnisse verlangt wie die erste diesbezügliche Arbeitsmethode die Gruppierung der gemessenen pH-Werte der Standorte der einzelnen Pflanzenart in pH-Klassen und die Einteilung der einzelnen Funde nach dem festgestellten pH-Wert des Standortes in die entsprechende pH-Klasse. Als Charakteristikum dient hier die relative Frequenz der Art in der einzelnen pH-Klasse, *die Frequenzzahl*. Die Frequenzzahl entspricht hier der mathematischen Wahrscheinlichkeit

$$\text{(mathematische Wahrscheinlichkeit} = \frac{\text{Anzahl der günstigen Fälle}}{\text{Anzahl aller Fälle}})$$

in Prozent der Funde der betreffenden Pflanzenart innerhalb einer pH-Klasse. Diese Auswertungsart erscheint uns die einfachste und beste zu sein. Die Ermittlung der Frequenzzahl erfordert bedeutend geringeren Zeitaufwand als die Berechnung der *«idealen Variationsreihe und -kurve»*, vermittelt uns aber trotzdem absolut brauchbare Resultate. Sie wurde deshalb auch von den verschiedenen Forschern zur Ermittlung des pH-Einflusses auf die lokale Pflanzenverteilung und den pH-Anspruch der einzelnen Pflanzenspezies verwendet, so von Olsen⁽¹⁹²⁾, Ferdinandsen⁽⁶⁴⁾ und besonders von Volkart⁽²⁵¹⁾, der auch zuerst den sehr zweckmäßigen Begriff «Frequenzzahl» für die relative Frequenz zur statistischen Auswertung verwendete. Auch wir werden hier in erster Linie mit letzterer Arbeitsweise arbeiten und mit Volkart den Begriff *Frequenzzahl* gebrauchen und sie als Hauptcharakteristikum betrachten. Daneben werden wir aber zum Vergleich die statistischen Ergebnisse der botanischen Felduntersuchungen und der pH-Messungen der Standorte einzelner hierin charakteristischer Ackerunkrautarten auch variationsstatistisch auswerten.

Verteilung der Standorte der einzelnen Unkrautarten nach der Wasserstoffionenkonzentration (pH-Werte) auf die verschiedenen pH-Klassen im untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Name der Art	pH-Wert-Klassen					Anzahl der untersuchten Standorte
	6,5 bis 7,0	7,0 bis 7,5	7,5 bis 8,0	8,0 bis 8,5	8,5 bis 9,0	
Alle Bestandesaufnahmen:						
Frequenz	16	44	103	106	3	272
Frequenzzahl	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1. Equisetum arvense L.						
Frequenz	7	20	48	43	2	120
Frequenzzahl	43,8	45,5	46,6	40,6	66,7	44,1
Dominanzwert	2,1	1,9	2,1	2,1	2,0	2,1
2. Alopecurus agrestis L.						
Frequenz	2 ¹⁾	18	42	37	2	101
Frequenzzahl	12,5 ²⁾	41,0	40,8	34,9	66,7	37,1
Dominanzwert	2,0 ³⁾	2,9	2,8	2,4	3,3	2,6
3. Agrostis Spica venti L.						
Frequenz	14	31	53	52	—	150
Frequenzzahl	87,6	70,5	51,5	49,1	—	55,1
Dominanzwert	3,3	4,2	3,7	3,5	—	3,8
4. Agrostis alba L.						
Frequenz	7	12	43	39	1	102
Frequenzzahl	43,8	27,3	41,7	36,8	33,3	37,5
Dominanzwert	1,9	1,8	1,9	1,8	1,0	1,9
5. Poa trivialis L.						
Frequenz	13	36	82	80	2	213
Frequenzzahl	81,3	81,9	79,6	75,5	66,7	78,3
Dominanzwert	2,7	2,8	2,9	2,7	3,5	2,7
6. Poa pratensis L.						
Frequenz	1	2	8	8	—	19
Frequenzzahl	6,3	4,6	7,8	7,6	—	7,0
Dominanzwert	1,5	1,8	1,3	1,3	—	1,4
7. Agropyron repens (L.) Pal.						
Frequenz	1	9	16	23	—	49
Frequenzzahl	6,3	20,5	15,5	21,7	—	18,0
Dominanzwert	1,0	1,7	2,0	2,1	—	2,0
8. Juncus bufonius L.						
Frequenz	5	2	6	2	—	15
Frequenzzahl	31,3	4,6	5,8	1,9	—	5,5
Dominanzwert	1,5	1,5	1,6	1,0	—	1,5
9. Allium sativum L.						
Frequenz	—	—	4	2	—	6
Frequenzzahl	—	—	3,9	1,9	—	2,2
Dominanzwert	—	—	1,1	1,5	—	1,3
10. Ornithogalum umbellatum L.						
Frequenz	—	2	8	1	1	12
Frequenzzahl	—	4,6	7,8	0,9	33,3	4,4
Dominanzwert	—	1,0	1,3	1,0	1,0	1,2
11. Rumex obtusifolius L.						
Frequenz	6	10	31	27	2	76
Frequenzzahl	37,5	22,7	30,1	25,5	66,7	28,0
Dominanzwert	1,3	1,2	1,4	1,4	1,0	1,4
12. Rumex Acetosella L.						
Frequenz	3	4	4	4	—	15
Frequenzzahl	18,8	9,1	3,9	3,8	—	5,9
Dominanzwert	1,7	1,6	1,5	1,4	—	1,5

¹⁾ 1. Zahlenreihe = absolute Zahl der beobachteten Funde (Frequenz).

²⁾ 2. Zahlenreihe = relative Zahl der beobachteten Funde (Frequenzzahl).

³⁾ 3. Zahlenreihe = Dominanzwerte.

Name der Art	pH-Wert-Klassen					Anzahl der un- tersuch- ten Stand- orte
	6,5 bis 7,0	7,0 bis 7,5	7,5 bis 8,0	8,0 bis 8,5	8,5 bis 9,0	
13. Rumex Acetosa L.	—	1	5	1	—	7
	—	2,3	4,9	0,9	—	2,6
	—	1,5	1,2	1,0	—	1,2
14. Polygonum aviculare L.	13	34	76	86	3	212
	81,3	77,3	73,8	81,2	100,0	78,0
	2,1	2,2	2,1	2,1	1,7	2,2
15. Polygonum Persicaria L.	1	7	22	23	—	53
	6,3	15,9	21,4	21,7	—	19,5
	2,0	2,1	2,1	1,9	—	2,0
16. Polygonum mite Schrank	7	18	32	30	—	87
	43,8	41,0	31,1	28,3	—	32,0
	2,1	1,8	1,9	1,8	—	1,9
17. Polygonum Hydropiper L.	10	7	9	—	—	26
	62,5	15,9	8,7	—	—	9,5
	3,0	2,9	2,7	—	—	2,9
18. Polygonum Convolvulus L.	10	30	75	92	1	208
	62,5	68,2	72,8	86,8	33,3	76,5
	2,1	2,2	2,2	2,2	2,5	2,2
19. Chenopodium polyspermum L.	6	12	19	16	—	53
	37,5	27,3	18,5	15,1	—	19,5
	1,5	1,8	1,7	1,7	—	1,7
20. Chenopodium album L.	9	27	62	70	—	168
	56,3	61,4	60,2	66,1	—	61,8
	2,2	2,0	1,9	2,2	—	2,1
21. Atriplex patulum L.	1	7	19	28	—	55
	6,3	15,9	18,5	26,4	—	20,2
	1,0	1,8	1,7	1,7	—	1,7
22. Agrostemma Githago L.	1	2	10	15	—	28
	6,3	4,6	9,7	14,2	—	10,3
	2,0	2,8	1,6	1,6	—	1,7
23. Melandrium album (Miller) Garcke	—	3	12	8	1	24
	—	6,8	11,7	7,6	33,3	8,8
	—	1,7	2,0	1,6	2,0	1,6
24. Stellaria media (L.) Vill.	8	21	46	46	—	121
	50,0	47,7	44,7	43,4	—	44,5
	2,1	2,1	1,7	2,0	—	1,8
25. Stellaria graminea L.	8	1	10	1	—	20
	50,0	2,3	9,7	0,9	—	7,3
	2,1	1,5	1,8	1,0	—	1,9
26. Cerastium glomeratum Thuill.	9	21	38	24	1	93
	56,3	47,7	36,9	22,6	33,3	34,2
	1,7	1,8	1,7	1,9	2,0	1,8
27. Cerastium caespitosum Gilib.	3	4	28	19	—	54
	18,8	9,1	27,2	17,9	—	19,8
	1,3	1,8	1,5	1,5	—	1,6
28. Sagina procumbens L.	10	10	22	12	—	54
	62,5	22,7	21,4	11,3	—	19,8
	2,0	1,7	1,7	1,8	—	1,8

Name der Art	pH-Wert-Klassen					Anzahl der un- tersuch- ten Stand- orte
	6,5 bis	7,0 bis	7,5 bis	8,0 bis	8,5 bis 9,0	
29. <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	4 25,0 1,6	12 27,3 1,7	35 34,0 1,6	24 22,6 1,6	1 33,3 1,0	76 27,9 1,6
30. <i>Spergula arvensis</i> L.	1 6,3 1,0	1 2,3 1,0	1 1,0 1,5	— — —	— — —	3 1,1 1,2
31. <i>Scleranthus annuus</i> L.	2 12,5 2,0	2 4,6 1,5	6 5,8 1,4	1 0,9 1,0	— — —	11 4,0 1,6
32. <i>Ranunculus arvensis</i> L.	4 25,0 2,6	17 38,7 2,1	32 31,1 1,9	40 37,7 2,3	3 100,0 3,3	96 35,3 2,3
33. <i>Ranunculus repens</i> L.	14 87,5 3,0	37 84,2 2,4	82 79,6 2,5	81 76,4 2,8	— — —	214 78,5 2,7
34. <i>Papaver Rhoeas</i> L.	10 62,5 2,1	22 50,0 2,6	59 57,3 2,7	76 71,7 2,5	1 38,3 3,0	168 62,0 2,6
35. <i>Papaver dubium</i> L.	— — —	— — —	3 2,9 1,0	4 3,8 1,3	— — —	7 2,5 1,1
36. <i>Fumaria officinalis</i> L.	— — —	1 2,3 2	11 10,7 1,8	7 6,6 1,6	— — —	19 7,0 1,8
37. <i>Thlaspi arvense</i> L.	— — —	4 9,1 1,9	16 15,5 1,6	20 18,9 1,8	— — —	40 14,7 1,7
38. <i>Sinapis arvensis</i> L.	4 25,0 1,5	2 4,6 2,5	28 27,2 2,0	17 16,1 2,0	— — —	51 18,7 1,9
39. <i>Raphanus Raphanistrum</i> L.	8 50,0 2,0	13 29,6 1,9	13 12,6 1,9	5 4,7 2,0	— — —	39 14,3 1,9
40. <i>Capsella Bursa pastoris</i> (L.) Medikus	6 37,5 1,8	11 25,0 2,0	32 31,1 1,7	33 31,1 1,5	— — —	82 30,1 1,8
41. <i>Erophila verna</i> (L.) E. Meyer	2 12,5 1,5	6 13,6 1,6	8 7,8 1,5	6 5,7 1,7	1 33,3 1,5	23 8,4 1,5
42. <i>Arabidopsis Thaliana</i> (L.) Heynh.	3 18,8 2,0	10 22,7 1,7	18 17,5 1,6	9 8,5 1,7	— — —	40 14,7 1,7
43. <i>Potentilla reptans</i> L.	— — —	— — —	2 1,9 1,8	6 5,7 1,6	— — —	8 2,9 1,6
44. <i>Potentilla anserina</i> L.	— — —	— — —	2 1,9 1,5	3 2,8 2,0	— — —	5 1,8 1,8

Name der Art	pH-Wert-Klassen					Anzahl der un- tersuch- ten Stand- orte
	6,5 bis 7,0	7,0 bis 7,5	7,5 bis 8,0	8,0 bis 8,5	8,5 bis 9,0	
45. Alchemilla arvensis (L.) Scop.	7 43,8 2,5	28 63,7 2,2	52 50,5 2,6	40 37,7 2,2	1 33,3 4,0	128 47,0 2,3
46. Ononis repens L.	— — —	1 2,3 1,0	2 1,9 1,5	2 1,9 2,3	— — —	5 1,8 1,7
47. Medicago sativa L.	— — —	1 2,3 2,0	4 3,9 2,5	5 4,7 1,8	1 33,3 2,0	11 4,0 2,1
48. Medicago lupulina L.	1 6,3 1,0	2 4,6 1,5	13 12,6 1,4	11 10,4 1,6	— — —	27 9,9 1,5
49. Trifolium pratense L.	10 62,5 2,1	9 20,5 2,2	25 24,3 2,1	40 37,7 2,1	1 33,3 2,0	85 31,2 2,1
50. Trifolium arvense L.	— — —	1 2,3 3,0	— — —	2 1,9 1,0	— — —	3 1,1 1,7
51. Trifolium repens L.	9 56,3 2,1	33 75,0 1,8	61 59,2 2,0	59 55,7 1,9	1 33,3 1,5	163 59,9 1,9
52. Lotus corniculatus L.	1 6,3 1,0	1 2,3 1,0	4 3,9 1,2	1 0,9 1,0	— — —	7 2,5 1,1
53. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	10 62,5 2,8	34 77,3 2,6	58 56,3 3,0	45 42,5 2,8	1 33,3 4,0	148 54,4 2,9
54. Vicia tetrasperma (L.) Mönch	10 62,5 2,0	16 36,4 1,8	26 25,3 2,0	20 18,9 1,7	— — —	72 26,4 1,9
55. Vicia villosa Roth	— — —	— — —	5 4,8 1,3	3 2,8 1,5	— — —	8 2,9 1,4
56. Vicia sepium L.	1 6,3 2,5	1 2,3 1,5	— — —	5 4,7 1,6	— — —	7 2,5 1,7
57. Vicia sativa L.	16 100,0 1,7	23 52,3 2,0	47 45,6 1,8	39 46,8 1,9	2 66,7 3,0	117 43,0 1,9
58. Vicia angustifolia L.	— — —	1 2,3 2,0	2 1,9 2,5	2 1,9 1,8	— — —	5 1,8 2,1
59. Lathyrus tuberosus L.	— — —	— — —	3 2,9 1,8	2 1,9 1,5	— — —	5 1,8 1,7
60. Geranium dissec- tum L.	1 6,3 1,0	2 4,6 1,0	16 15,5 1,3	8 7,6 1,4	1 33,3 1,5	28 10,3 1,3

Name der Art	pH-Wert-Klassen						Anzahl der un- tersuch- ten Stand- orte
	6,5 bis 7,0	7,0 bis 7,5	7,5 bis 8,0	8,0 bis 8,5	8,5 bis 9,0		
61. Euphorbia platy- phyllus L.	2	—	4	4	—	10	
	12,5	—	3,9	3,8	—	3,7	
	1,0	—	1,1	1,8	—	1,3	
62. Euphorbia Helios- copia L.	—	4	14	19	2	39	
	—	9,1	13,6	17,9	66,7	14,3	
	—	1,1	1,3	1,5	1,3	1,4	
63. Euphorbia exigua L.	5	9	43	44	—	101	
	31,3	20,5	41,7	41,5	—	37,1	
	1,7	1,5	1,9	2,0	—	1,9	
64. Euphorbia Peplus L.	—	—	—	7	1	8	
	—	—	—	6,6	33,3	2,9	
	—	—	—	1,8	1,5	1,6	
65. Hypericum humi- fusum L.	3	1	1	3	—	8	
	18,8	2,3	1,0	2,8	—	2,9	
	1,7	1,0	1,0	1,0	—	1,3	
66. Viola tricolor L.	8	37	72	81	3	201	
	50,0	84,0	70,0	76,5	100,0	73,9	
	2,0	1,9	1,9	2,0	2,2	1,9	
67. Scandix Pecten Ve- neris L.	—	—	4	6	—	10	
	—	—	3,9	5,7	—	3,7	
	—	—	1,1	1,6	—	1,4	
68. Aethusa Cynapium L.	1	1	4	17	—	23	
	6,3	2,3	3,9	16,1	—	8,4	
	1,5	1,5	2,1	2,1	—	2,1	
69. Heracleum Sphon- dylum L.	1	1	1	5	—	8	
	6,3	2,3	1,0	4,7	—	2,9	
	1,0	1,0	1,5	1,8	—	1,6	
70. Daucus Carota L.	—	3	11	12	—	26	
	—	6,8	10,7	11,3	—	9,5	
	—	1,3	1,7	1,8	—	1,7	
71. Anagallis arven- sis L.	4	25	59	58	—	146	
	25,0	56,8	57,3	54,8	—	53,7	
	1,8	1,9	1,9	2,0	—	2,0	
72. Anagallis coerulea (Schreber) Schinz u. Keller	7	2	16	30	—	55	
	43,8	4,6	15,5	28,3	—	20,2	
	2,4	2,0	1,8	1,9	—	1,9	
73. Centunculus mini- mus L.	3	1	4	—	—	8	
	18,8	2,3	3,9	—	—	2,9	
	1,3	2,5	1,0	—	—	1,3	
74. Convolvulus sepium L.	—	1	2	3	—	6	
	—	2,3	1,9	2,8	—	2,2	
	—	5,0	2,5	1,5	—	2,4	
75. Convolvulus arven- sis L.	5	26	76	77	3	187	
	31,3	59,1	73,8	72,7	100,0	68,7	
	3,4	2,7	2,3	2,7	2,8	2,8	
76. Myosotis arvensis (L.) Hill	12	41	88	83	3	227	
	75,0	93,2	85,5	78,3	100,0	83,5	
	2,0	1,9	2,3	2,0	2,5	2,1	

Name der Art	pH-Wert-Klassen					Anzahl der un- tersuch- ten Stand- orte
	6,5 bis 7,0	bis 7,5	bis 8,0	bis 8,5	bis 9,0	
77. <i>Lithospermum ar- vense</i> L.	1 6,3 3,5	9 20,5 2,1	13 12,6 1,9	20 18,9 1,8	2 66,7 2,8	45 16,5 1,9
78. <i>Glechoma hedera- ceum</i> L.	2 12,5 1,8	1 2,3 1,0	4 3,9 1,6	2 1,9 1,0	— — —	9 3,3 1,4
79. <i>Prunella vulgaris</i> L.	6 37,5 1,6	6 13,6 1,8	20 19,4 2,0	15 14,2 1,7	— — —	47 17,3 1,8
80. <i>Galeopsis Tetrahit</i> L.	7 43,8 1,6	10 22,7 2,6	22 21,4 2,3	27 25,5 2,3	2 66,7 4,0	68 25,0 2,4
81. <i>Lamium amplexi- caule</i> L.	— — —	— — —	1 1,0 1,5	4 3,8 1,4	— — —	5 1,8 1,4
82. <i>Lamium purpu- reum</i> L.	— — —	12 27,3 1,7	23 22,3 1,4	30 28,3 1,6	1 33,3 1,0	66 24,2 1,6
83. <i>Stachys annuus</i> L.	— — —	1 2,3 1,5	1 1,0 1,0	3 2,8 2,3	— — —	5 1,8 1,9
84. <i>Mentha arvensis</i> L.	8 50,0 2,0	5 11,4 2,6	10 9,7 2,5	7 6,6 2,0	1 33,3 2,0	31 11,4 2,0
85. <i>Linaria spuria</i> (L.) Miller	— — —	1 2,3 1,5	6 5,8 1,5	5 4,7 1,8	— — —	12 4,4 1,6
86. <i>Linaria Elatine</i> (L.) Miller	— — —	3 6,8 1,3	6 5,8 1,7	4 3,8 1,5	— — —	13 4,7 1,5
87. <i>Linaria minor</i> (L.) Desf.	— — —	— — —	8 7,8 1,6	6 5,7 1,6	— — —	14 5,1 1,6
88. <i>Veronica serpylli- folia</i> L.	3 18,8 1,8	— — —	2 1,9 1,0	3 2,8 1,3	— — —	8 2,9 1,6
89. <i>Veronica arvensis</i> L.	7 43,8 1,9	26 59,1 1,8	57 55,4 1,8	27 25,5 2,0	1 33,3 2,5	118 43,4 1,9
90. <i>Veronica Tourne- fortii</i> Gmelin	3 18,8 1,5	27 61,4 1,8	53 51,5 1,6	64 60,4 2,0	1 33,3 1,0	148 54,4 1,8
91. <i>Veronica polita</i> Fries	— — —	— — —	1 1,0 1,0	11 10,4 1,5	— — —	12 4,4 1,5
92. <i>Veronica agrestis</i> L.	— — —	1 2,7 1,5	9 8,7 1,3	12 11,3 1,3	— — —	22 8,1 1,3

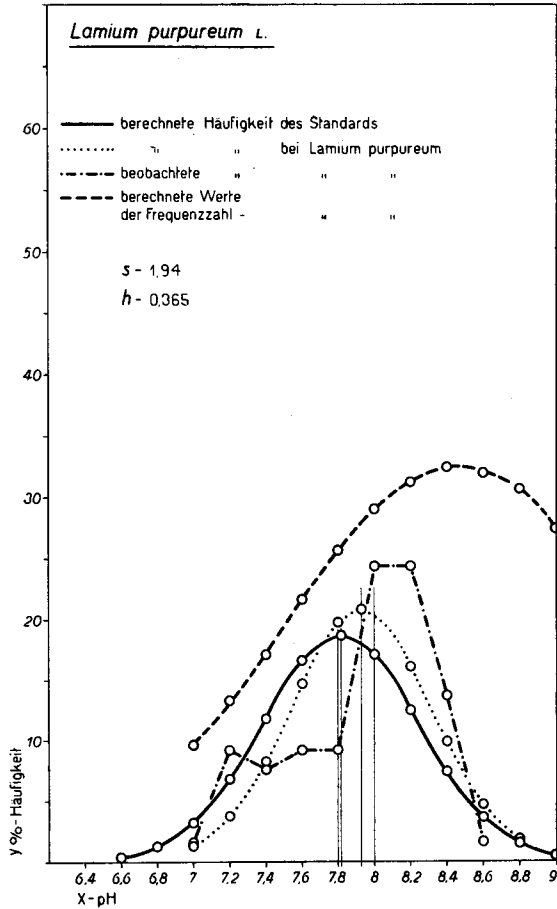
Name der Art	pH-Wert-Klassen					Anzahl der un- tersuch- ten Stand- orte
	6,5 bis 7,0	7,0 bis 7,5	7,5 bis 8,0	8,0 bis 8,5	8,5 bis 9,0	
93. <i>Veronica hederifolia</i> L.	1 6,3 2,0	7 15,9 2,2	8 7,8 2,1	6 5,7 2,3	— — —	22 8,1 2,2
94. <i>Melampyrum arvense</i> L. sens. strict.	— — —	1 2,3 1,0	— — —	5 4,7 1,3	1 33,3 1,5	7 2,5 1,3
95. <i>Euphrasia Odontites</i> L. sens. strict.	— — —	1 2,3 1,5	3 2,9 1,3	14 13,2 1,5	— — —	18 6,6 1,5
96. <i>Rhinanthus Alectorolophus</i> (Scop.) Pollich sens. strict.	— — —	3 6,8 1,2	6 5,8 2,0	10 9,4 2,4	1 33,3 1,0	20 7,2 2,0
97. <i>Plantago major</i> L.	9 56,3 1,6	10 22,7 1,7	41 39,8 1,8	38 35,9 1,9	— — —	98 36,0 1,9
98. <i>Plantago intermedia</i> Gilib.	— — —	2 4,6 1,5	3 2,9 1,8	5 4,7 1,8	— — —	10 3,7 1,7
99. <i>Plantago lanceolata</i> L.	3 18,8 1,0	2 4,6 1,5	11 10,7 1,5	10 9,4 1,7	— — —	26 9,5 1,5
100. <i>Sherardia arvensis</i> L.	— — —	12 27,3 1,8	25 24,3 1,8	43 40,6 1,9	— — —	80 29,4 1,9
101. <i>Galium Aparine</i> L.	15 93,8 2,1	29 66,0 2,2	68 66,0 2,3	72 68,0 2,2	3 100,0 2,8	187 68,7 2,2
102. <i>Galium Vaillantii</i> D. C.	2 12,5 1,5	1 2,3 2,0	2 1,9 1,3	8 7,6 1,4	— — —	13 4,7 1,5
103. <i>Galium Mollugo</i> L.	2 12,5 1,8	3 6,8 1,5	10 9,7 1,5	9 8,5 1,9	— — —	24 8,8 1,7
104. <i>Valerianella olitoria</i> (L.) Pollich	2 12,5 1,8	18 41,0 1,8	32 31,1 1,8	24 22,7 1,8	1 33,3 2,0	77 28,3 1,8
105. <i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	2 12,5 1,8	5 11,4 1,4	8 7,8 1,6	10 9,4 1,6	— — 2,0	25 9,2 1,6
106. <i>Knautia arvensis</i> (L.) Duby	— — —	2 4,6 1,3	10 9,7 1,2	6 5,7 1,5	2 66,7 2,0	20 7,3 1,3
107. <i>Campanula rapunculoides</i> L.	— — —	— — —	1 1,0 1,5	3 2,8 1,3	— — —	4 1,4 1,4
108. <i>Legousia Speculum Veneris</i> (L.) Fischer	2 12,5 2,8	4 9,1 1,5	15 14,6 1,8	22 20,8 1,8	— — —	43 36,1 1,9

Name der Art	pH-Wert-Klassen					Anzahl der un- tersuch- ten Stand- orte
	6,5 bis 7,0	7,0 bis 7,5	7,5 bis 8,0	8,0 bis 8,5	8,5 bis 9,0	
109. Gnaphalium uliginosum L.	8 50,0 1,9	1 2,3 1,5	6 5,8 1,8	— — —	— — —	15 5,5 1,8
110. Achillea Millefolium L.	8 50,0 1,8	7 15,9 1,4	21 20,4 1,8	22 20,8 1,9	— — —	58 21,3 1,8
111. Matricaria Chamomilla L.	10 62,5 2,1	14 31,8 1,8	31 30,1 1,7	18 17,0 1,7	— — —	73 26,8 1,8
112. Chrysanthemum Leucanthemum L.	5 31,2 1,4	6 13,6 1,4	18 17,5 1,5	8 7,6 1,4	— — —	37 13,6 1,5
113. Tussilago Farfara L.	— — —	— — —	1 1,0 2,0	4 3,8 2,4	— — —	5 1,8 2,3
114. Senecio vulgaris L.	— — —	9 20,5 1,7	25 24,3 1,7	28 26,4 1,7	1 33,3 2,0	63 23,1 1,7
115. Cirsium arvense (L.) Scop.	9 56,3 1,7	17 38,6 2,2	50 48,5 2,3	56 52,9 2,3	3 100,0 3,0	135 49,6 2,3
116. Centaurea Cyanus L.	1 6,3 1,5	15 34,1 2,0	21 20,4 2,0	12 11,3 2,3	— — —	49 18,0 2,1
117. Centaurea Scabiosa L.	— — —	— — —	4 3,9 1,3	7 6,6 1,7	— — —	11 4,0 1,5
118. Cichorium Intybus L.	— — —	1 2,3 1,0	3 2,9 1,3	5 4,7 1,1	1 33,3 1,5	10 3,7 1,2
119. Lapsana communis L.	4 25,0 1,9	3 6,8 1,7	13 12,6 1,7	11 10,4 1,7	1 33,3 2,0	32 11,7 1,7
120. Picris hieracioides L.	1 6,3 1,0	— — —	6 5,8 1,3	7 6,6 1,4	— — —	14 5,1 1,3
121. Taraxacum officinale Weber	5 31,3 2,1	16 36,4 1,7	46 44,7 1,8	62 58,5 1,9	2 66,7 1,5	131 48,2 1,9
122. Sonchus oleraceus L. em. Gouan	1 6,3 1,0	— — —	4 3,9 1,6	8 7,6 1,6	— — —	13 4,8 1,5
123. Sonchus asper (L.) Hill	6 37,5 2,0	21 47,7 2,1	53 51,5 2,2	72 68,0 2,2	1 33,3 2,5	153 56,3 2,2
124. Sonchus arvensis L.	5 31,3 2,4	2 4,6 3,0	11 10,7 2,0	27 25,5 2,2	3 100,0 2,3	48 17,6 2,2

Die Betrachtung der Beziehung zwischen der Reaktion des Bodens und des Auftretens der einzelnen Ackerunkrautarten zeigt uns deutlich die hierin grössere Gesetzmässigkeit gegenüber den Befunden für die Bodendispersität, den Bodenskelett- und den Kalkgehalt. Namentlich lässt uns hier bei den einzelnen Unkrautarten der Vergleich der *Frequenzzahlen* der einzelnen pH-Wert-Klassen diese Verhältnisse erkennen. Die Schlussfolgerung daraus führt uns zur Ueberzeugung, dass die Wasserstoffionenkonzentration des Ackerbodens das Gedeihen der einzelnen Ackerunkräuter weitgehend beeinflusst, und dass deshalb das Vorkommen der einzelnen Unkrautarten im untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz in enger Beziehung zu ihr steht. Deshalb kann auch das Vorkommen bestimmter Unkrautarten zur Beurteilung der Wasserstoffionenkonzentration des Ackerbodens Verwendung finden. Aber auch hier dürfen erst bei zahlreichem Auftreten und üppigem Gedeihen dieser Arten sichere Rückschlüsse auf die Bodenreaktion gezogen werden.

Der Vergleich der hier vorgefundenen *Frequenzzahlen* erlaubt uns fernerhin, die einzelnen Ackerunkrautarten nach der von der Art bevorzugten Reaktion der Standorte in biologische Reaktionsgruppen zu ordnen. Wir folgen dabei der Einteilung Volkarts, führen aber zugleich die Befunde verschiedener weiterer Autoren an. Durch kritischen Vergleich gelingt es uns dann, für die Bodenreaktionsbeurteilung wertvolle und weniger wertvolle *Leitpflanzen* zu erkennen. Dabei muss aber stets berücksichtigt werden, dass wir in unserer Untersuchung keine sauren und stark-sauren Felder einbeziehen konnten. Infolgedessen erleidet unsere Beurteilung und Gruppierung eine gewisse Einbusse an Umfang.

Verteilung der Standorte nach der Wasserstoffionen-Konzentration, im untersuchten Gebiete der verbessert. Dreifelderwirtschaft der Schweiz, auf die verschiedenen pH - Wert - Klassen.



pH-Werte für *Lamium purpureum L.* befinden sich auf Seite 205.

1. Prozentual vorherrschend auf schwach sauren bis neutralen

<i>Unsere Befunde</i>	<i>Befunde ver-</i>		
Name der Art	Volkart ⁽²⁵¹⁾	Ferdinandson ⁽⁶⁴⁾	Nielsen N. C. ⁽¹⁸⁸⁾
1. Agrostis Spica venti L.	acidoklin ?	—	—
2. Juncus bufonius L.	—	—	—
3. Rumex Acetosella L.	vorherrschend auf saurem Boden	acidophil	a. saurem Boden
4. Polygonum mite Schrank	acidoklin	—	—
5. Polygonum Hydropiper L.	—	—	—
6. Chenopodium polysp. L.	—	—	—
7. Stellaria graminea L.	—	acidophil	—
8. Cerastium glom. Thuill.	—	—	—
9. Sagina procumbens L.	—	—	a. saurem Boden
10. Spergula arvensis L.	vorherrschend auf saurem Boden	acidophil	a. saurem Boden
11. Scleranthus annuus L.	vorherrschend auf saurem Boden	acidophil	a. saurem Boden
12. Raphanus Raphanistr. L.	acidoklin	acidophil	a. saurem Boden
13. Erophila verna (L.) E. Meyer	—	acidophil	—
14. Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.	—	amphiklin	—
15. Trifolium pratense L.	amphiklin	—	—
16. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	—	acidophil	—
17. Vicia tetrasperma (L.) Mönch	—	—	—
18. Vicia sativa L.	—	—	—
19. Hypericum humifusum L.	—	—	a. saurem Boden
20. Anagallis coerulea (Schreber) Schinz u. Keller	—	—	—
21. Centunculus minimus L.	—	—	—
22. Prunella vulgaris L.	—	basiklin	—
23. Mentha arvensis L.	basiklin	amphiklin	a. alkalischem B.
24. Gnaphalium uliginos. L.	vorherrschend auf saurem Boden	acidophil	—
25. Achillea Millefolium L.	acidoklin	acidophil	—
26. Matricaria Chamomilla L.	—	—	—
27. Chrysanthemum Leucanthemum L.	—	basiphil	—

Böden vorgefundene Ackerunkrautarten (Acidokline Pflanzen):

<i>s c h i e d e n e r A u t o r e n</i>		
Eichinger ⁽⁵⁶⁾ u. Kappen ⁽¹¹⁰⁾	Steier u. Eberle ⁽²³⁷⁾	Verschiedene andere:
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : a. saurem Boden
—	—	—
auf schwach bis stark saurem Boden	vorwiegend a. saurem, vereinzelt a. alkal. B.	—
—	—	—
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : a. saurem Boden
—	—	—
—	—	—
—	—	—
auf schwach bis stark saurem Boden	vorwiegend auf saurem Boden	—
auf schwach bis stark saurem Boden	vorwiegend auf saurem Boden	—
auf schwach bis mittel- saurem Boden	auf saurem bis alkalischem Boden	—
—	auf saurem bis alkalischem Boden	—
auf alkalischem bis schwach saurem Boden	auf saurem bis alkalischem Boden	—
auf schwach saurem bis alkalischem Boden	—	v. Linstow ⁽¹⁵⁴⁾ : a. alkal. Bod. Olsen ⁽¹⁹²⁾ : a. saurem-schwach alkalischem Boden
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : a. leicht saurem -neutralem-alkal. Boden
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : auf leicht sau- rem-neutralem Boden
—	—	—
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : a. saurem Boden
auf alkalischem Boden	—	—
—	—	—
—	—	Olsen ⁽¹⁹²⁾ : a. saurem-schwach alkalischem Boden
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : a. saurem Boden
auf alkalischem bis schwach saurem Boden	—	—
—	—	Olsen ⁽¹⁹²⁾ : auf saurem-neu- tralem Boden
auf alkalischem Boden	—	—
—	—	—

2. Prozentual gleichmässig bei schwach saurer, neutraler und alkalischer

Unsere Befunde	Befunde ver-		
	Name der Art	Volkart ⁽²⁶¹⁾	Ferdinandson ⁽⁶⁴⁾
1. Equisetum arvense L.	basiklin	basiklin	—
2. Agrostis alba L.	—	acidoklin	—
3. Poa trivialis L.	—	—	—
4. Poa pratensis L.	—	amphiklin	—
5. Rumex obtusifolius L.	—	—	—
6. Polygonum aviculare L.	amphiklin	basiphil	auf alkalischem Boden
7. Chenopodium album L.	—	basiphil	auf saurem Boden
8. Stellaria media (L.) Vill.	amphiklin	basiphil	auf alkalischem Boden
9. Cerastium caespitos. Gilib.	—	acidoklin	auf saurem Boden
10. Arenaria serpyllifolia L.	—	basiphil	—
11. Ranunculus repens L.	—	basiklin	—
12. Papaver Rhoeas L.	—	—	auf alkalischem Boden
13. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus	amphiklin	basiklin	—
14. Alchemilla arvensis (L.) Scop.	—	basiklin	auf saurem Boden
15. Trifolium repens L.	amphiklin	acidoklin	auf alkalischem Boden
16. Euphorbia exigua L.	—	basiphil	—
17. Galeopsis Tetrahit L.	amphiklin	acidophil	—
18. Veronica arvensis L.	acidoklin	basiklin	—
19. Veronica hederifolia L.	—	acidoklin	—
20. Plantago major L.	—	basiphil	auf alkalischem Boden
21. Plantago lanceolata L.	—	acidoklin	auf saurem Boden
22. Galium Aparine L.	basiklin	—	auf alkalischem Boden
23. Galium Vaillantii DC.	—	—	—
24. Galium Mollugo L.	—	basiphil	—
25. Valerianella dentata L. Pollich	—	—	—
26. Cirsium arvense (L.) Scop.	basiklin	basiphil	auf alkalischem Boden
27. Lapsana communis L.	amphiklin	basiphil	—

Reaktion der Böden vorkommende Ackerunkrautarten (Amphikline Pflanzen):

<i>s c h i e d e n e r A u t o r e n</i>		
Eichinger ^(68/57) u. Kappen ⁽¹¹⁰⁾	Steyer u. Eberle ⁽²³⁷⁾	Verschiedene andere:
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : a. saurem Boden
—	—	Olsen ⁽¹⁰²⁾ : auf schwach saurem bis alkalischen Boden
—	—	—
—	—	Olsen ⁽¹⁰²⁾ : auf saurem bis alkalischem Boden
—	—	—
a. alkalischem bis stark saurem Boden	auf saurem bis alkalischem Boden	—
—	—	—
—	vorwiegend auf alkalischem Boden	—
—	—	—
—	—	—
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : besonders auf schwach saurem Boden
auf neutralem-alkalischem Boden	auf alkalischem Boden	—
—	auf saurem Boden	—
auf schwach saurem-alkalischem Boden	—	v. Linstow ⁽¹⁵⁴⁾ : a. alkal. Bod.
—	—	—
—	—	—
auf schwach saurem-alkalischem Boden	auf schwach saurem bis alkalischem Boden	—
auf alkalischem Boden	—	—
auf alkalischem-mittelsaurem Boden	—	Olsen ⁽¹⁰²⁾ : auf saurem bis schwach alkalischem Boden
auf alkalischem Boden	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : bevorzugt alkalische Böden
—	—	—

3. Häufiger auf basischem als auf schwach saurem bis neutralem

<i>Unsere Befunde</i>	<i>Befunde ver-</i>		
Name der Art	Volkart ⁽²⁵¹⁾	Ferdi- nandsen ^(6a)	Nielsen N. C. ⁽¹⁸⁸⁾
1. Alopecurus agrestis L.	—	—	—
2. Agropyron repens (L.) Pal.	—	acidoklin	—
3. Polygonum Persicaria L.	amphiklin	amphiklin	—
4. Polygonum Convolvulus L.	amphiklin	amphiklin	—
5. Atriplex patulum L.	—	basiphil	auf alkalischem Boden
6. Agrostemma Githago L.	acidoklin?	—	auf alkalischem Boden
7. Ranunculus arvensis L.	—	—	auf alkalischem Boden
8. Sinapis arvensis L.	basiklin	basiphil	auf alkalischem Boden
9. Medicago lupulina L.	basiphil	basiphil	auf alkalischem Boden
10. Geranium dissectum L.	—	—	auf alkalischem Boden
11. Viola tricolor L.	amphiklin	amphiklin	auf alkalischem Boden
12. Aethusa Cynapium L.	basiklin	—	—
13. Anagallis arvensis L.	—	basiphil	auf alkalischem Boden
14. Convolvulus arvensis L.	basiklin	basiphil	auf alkalischem Boden
15. Myosotis arvensis (L.) Hill	amphiklin	amphiklin	—
16. Lithospermum arvense L.	—	—	—
17. Veronica Tournefortii Gmelin	—	basiphil	—
18. Valerianella olitoria (L.) Pollich	—	—	—
19. Legousia Speculum Vene- ris (L.) Fischer	—	—	—
20. Centaurea Cyanus L.	—	acidoklin	—
21. Picris hieracioides L.	—	—	—
22. Taraxacum officinale Web.	amphiklin	amphiklin	—
23. Sonchus oleraceus L. em. Gouan	—	basiphil	auf alkalischem Boden
24. Sonchus asper (L.) Hill	basiklin	—	—
25. Sonchus arvensis L.	basiphil	basiphil	auf alkalischem Boden

Boden auftretende Ackerunkrautarten (Basikline Pflanzen):

<i>s c h i e d e n e r A u t o r e n</i>		
Eichinger ⁽⁵⁷⁾ u. Kapfen ⁽¹¹⁰⁾	Steyer u. Eberle ⁽²³⁷⁾	Verschiedene andere:
—	—	—
—	—	—
—	—	Korsmo ⁽¹²⁹⁾ : a. saurem Boden
—	—	—
—	—	—
—	—	—
a. alkalischem-schwach saurem Boden	auf neutralem-alkali- schem Boden	—
auf alkalischem Boden	—	—
—	—	—
auf alkalischem-mittel- saurem Boden	auf saurem-alkali- schem Boden	—
—	—	—
auf alkalischem Boden	auf alkalischem Boden	—
—	—	—
—	auf alkalischem Boden	—
auf schwach saurem- alkalischem Boden	—	—
—	—	—
auf alkalischem Boden	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
auf alkalischem Boden	—	—
auf alkalischem Boden	—	—
auf alkalischem Boden	—	—

4. Ganz vorherrschend auf basisch reagierendem Boden

<i>Unsere Befunde</i>	<i>Befunde ver-</i>		
Name der Art	Volkart ⁽²⁵¹⁾	Ferdinandson ⁽⁶¹⁾	Nielsen N. C. ⁽¹⁸⁸⁾
1. <i>Setaria glauca</i> (L.) Pal.	—	—	—
2. <i>Holcus mollis</i> L. ?	vorherrschend auf saurem Boden	acidophil	auf saurem Boden
3. <i>Ornithogalum umbellat.</i> L.	—	—	—
4. <i>Melandrium album</i> (Miller) Garecke	—	basiphil	—
5. <i>Fumaria officinalis</i> L.	—	—	auf alkalischem Boden
6. <i>Thlaspi arvense</i> L.	acidoklin?	acidophil	—
7. <i>Medicago sativa</i> L.	—	—	—
8. <i>Euphorbia Helioscopia</i> L.	basiklin	basiphil	auf alkalischem Boden
9. <i>Daucus Carota</i> L.	—	basiphil	auf alkalischem Boden
10. <i>Lamium purpureum</i> L.	basiklin	amphiklin	auf alkalischem Boden
11. <i>Linaria spuria</i> (L.) Miller	—	—	—
12. <i>Linaria Elatine</i> (L.) Miller	—	—	—
13. <i>Linaria minor</i> (L.) Desf.	—	basiphil	auf alkalischem Boden
14. <i>Veronica polita</i> Fries	—	—	—
15. <i>Veronica agrestis</i> L.	basiklin	basiphil	auf alkalischem Boden
16. <i>Euphrasia Odontites</i> L. sens. strict.	amphiklin	—	—
17. <i>Rhinanthus Alectorolophus</i> (Scop.) Pollich	—	—	—
18. <i>Plantago intermedia</i> Gilib.	—	—	—
19. <i>Sherardia arvensis</i> L.	basiklin	basiphil	auf alkalischem Boden
20. <i>Knautia arvensis</i> (L.) Duby	amphiklin	acidoklin	—
21. <i>Senecio vulgaris</i> L.	—	amphiklin	—
22. <i>Centaurea Scabiosa</i> L.	—	basiphil	—
23. <i>Cichorium Intybus</i> L.	—	—	—

vorkommende Ackerunkrautarten (Basiphile Pflanzen):

<i>s c h i e d e n e r A u t o r e n</i>		
Eichinger ⁽⁵⁷⁾ u. Kappen ⁽¹¹⁰⁾	Steyer u. Eberle ⁽²⁸⁷⁾	Verschiedene andere:
—	—	—
auf mittel bis stark saurem Boden	—	—
—	vorwiegend auf saurem Boden	—
auf alkalischem bis stark saurem Boden	—	—
auf alkalischem Boden	auf alkalischem Boden	—
auf alkalischem Boden	—	—
auf alkalischem Boden	—	—
auf alkalischem Boden	auf alkalischem Boden	—
—	—	—
auf alkalischem Boden	auf alkalischem Boden	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
auf alkalischem Boden	—	—
auf alkalischem Boden	auf alkalischem Boden	—
—	—	—
auf alkalischem Boden	auf alkalischem Boden	—
—	—	—
—	—	—

Die aus der vorstehenden Uebersicht sich ergebenden Unterschiede in der Einreihung der Arten in bestimmte Reaktionsklassen sind wohl in der Hauptsache die Folge der Verschiedenheiten der natürlichen Vegetationsfaktoren der Untersuchungsgebiete. Es ist unmöglich, sie im einzelnen zu erklären.

Vergleichbar mit unseren Untersuchungsergebnissen sind nur die Befunde in einigen schweizerischen Gebirgstälern durch Volkart, weil hier mehr oder weniger ähnliche und uns besser bekannte klimatische, geologische und wirtschaftliche Vegetationsbedingungen vorliegen. Ausserdem scheinen unsere Ergebnisse Volkarts Untersuchungen im alkalischen Reaktionsbereich, Volkarts Daten dagegen die unsrigen im sauren Bereich zu vervollständigen, weil in den von Volkart untersuchten Gebieten die sauren Ackerböden, in den von uns behandelten Gegenden umgekehrt die alkalischen Felder vorherrschend sind. So kommt es, dass bei seinen Untersuchungen acidophile und acidokline Arten, bei unseren basikline und basiphile Arten häufiger sind, wie die nachfolgende Uebersicht zeigt. Man beachte namentlich die Relativzahlen (Prozente):

Anzahl Ackerunkrautarten:					
		Acidophile u. acidokline Unkraut- arten	Amphikline Unkraut- arten	Basikline u. basiphile Unkraut- arten	Total
1. Im Gebirge nach Volkart:	absolut	20	16	20	56
	in Prozent	35,70	28,60	35,70	100,00
2. In der Ebene nach unseren Untersuchungen:	absolut	27	27	48	102
	in Prozent	26,50	26,50	47,00	100,00

Wir wollen versuchen, die bestehenden Widersprüche in der Beurteilung einzelner Arten zwischen ihm und uns abzuklären.

1. *Agrostis Spica venti* L. scheint nach unseren Untersuchungsergebnissen im Dreifeldergebiet auf schwach sauren und neutralen Böden häufiger als auf alkalischen Böden vorzukommen. Auch Volkarts Untersuchungen lassen sie im Gebirge als acidokline Pflanze erscheinen. Die Richtigkeit dieser Ergebnisse bezweifelt aber Volkart, da sie auch — namentlich in der Ebene — bei alkalischer

Reaktion anzutreffen ist. Nach K o r s m o - W o l l e n w e b e r (S. 186) findet sich *Agrostis Spica venti* meistens auf sandigem, leichtem, aber saurem Boden unter Sommer- und Wintergetreide. Auch F r u w i r t h bezeichnet ihn in «Das Unkraut und seine Bekämpfung auf dem Ackerland» (3. Aufl. S. 15) als empfindlich gegen Kalkgehalt des Bodens. P i e p e r schreibt in der Monographie «Der Ackerwindhalm» (S. 13), dass der Windhalm auf allen Bodenarten — mit Ausnahme auf ausgesprochenen Kalkböden — angetroffen werde. Er erwähnt zugleich ein Zitat von L a n g e t h a l aus «Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenkunde», das besagt, dass *Agrostis Spica venti* auf Kalk und Tonmergel nicht wächst. Ueberdies wird *Agrostis Spica venti* meist als Pflanze der Sandböden, die in der Mehrzahl eher als kalkarme mit neutraler bis saurer Reaktion taxiert werden müssen, angesehen. H e g i⁽⁸⁹⁾ gibt an, dass *Agrostis Spica venti* sandige, quarzreiche Böden liebt.

Alle diese Befunde deuten mehr oder weniger einheitlich darauf hin, dass *Agrostis Spica venti* als eine Leitpflanze der sauren Bodenreaktion angesehen werden muss, so dass V o l k a r t doch mit Unrecht die Richtigkeit der Deutung seiner Untersuchungsergebnisse bezweifelt. Auch bei variationsstatistischer Auswertung unserer diesbezüglichen Untersuchungsergebnisse, deren Ergebnisse wir nachstehend folgen lassen werden, weist die berechnete Häufigkeitsreihe eine etwas grössere Variationsbreite auf als der Standard (alle Aufnahmen), wie die Variationsmasse «s» und «h» zeigen. Wir dürfen daher *Agrostis Spica venti* als *acidokline* Ackerunkrautart ansehen.

2. *Trifolium pratense* L. zeigt sich auf Grund unserer Resultate ebenfalls als eine Pflanzenart, die relativ häufiger auf schwach saurem und neutralem Boden als auf alkalisch reagierendem auftritt. Auch V o l k a r t fand sie vorwiegend auf sauren bis neutralen Feldern. Dennoch bezeichnet V o l k a r t die ganze Gruppe *Trifolium pratense* als amphiklin. E i c h i n g e r erwähnt in seiner Arbeit «Die Unkrautpflanzen des kalkgesättigten Bodens» (S. 48), dass, wenn *Trifolium pratense* auch auf schwach kalkarmen Böden noch wächst, sie volle Wachstumsfreudigkeit nur auf einigermaßen kalkgesättigten Böden entfalten kann. v. L i n s t o w betrachtet sie als Pflanze der alkalisch reagierenden Böden und O l s e n gibt an, sie

auf schwach sauren bis schwach alkalischen Böden zu finden. Die meisten Befunde weisen darauf hin, dass *Trifolium pratense* L. auf schwach saurem bis schwach alkalischem Boden die grösste Verbreitung und ihr üppigstes Gedeihen zeigt. Wir müssen daher unsere Resultate im Sinne Volkarts revidieren und *Trifolium pratense* mit ihm als amphikline Unkrautart anerkennen.

3. *Mentha arvensis* L. bevorzugt im Dreifeldergebiet schwach saure bis neutrale Felder und muss von uns auf Grund unserer Ergebnisse als *acidokline* Pflanze bezeichnet werden. Volkart fand sie vorherrschend auf alkalischen Böden und erklärt sie für *basiklin*; Ferdinandsen dagegen als *amphiklin*. Nielsen betrachtet *Mentha arvensis* dagegen wieder als Pflanze der alkalischen Felder. Bei Korsmo-Wollenweber ist darüber auf S. 338 folgendes zu lesen: «*Mentha arvensis* ist auf saurem bis sumpfigem Boden, auf Aeckern, Wiesen, an Grabenrändern, Uferstrecken u. ä. ein gemeines Unkraut...». W. E. Brenchley⁽¹⁸⁾ fand *Mentha arvensis*, worauf uns auch Volkart hinweist, in Harpenden und Bedford auf kalkhaltigem Ton. Die Resultate aller dieser Befunde zeigen *Mentha arvensis* mit Ferdinandsens Urteil am ehesten als amphikline Unkrautart, welcher Charakterisierung auch Volkarts Ergebnisse nicht absolut widersprechen, da er sie auch zu 41,80 % aller Funde auf saurem bis neutralem Boden feststellen konnte.

4. *Equisetum arvense* L. fanden wir ungefähr gleich häufig bei saurer wie bei alkalischer Reaktion des Bodens vor. Volkart sieht *Equisetum arvense* dagegen als *basikline* Pflanze an, wie sie auch von Ferdinandsen bezeichnet wird. Korsmo-Wollenweber geben dagegen auf S. 414 an, dass *Equisetum arvense* auf sandigem, schotterigem Boden, auf sandhaltigem oder lehmigem Humus und auf Lehm mit saurem, sumpfigen Untergrund vorherrschend gedeihe. Wehsarg bezeichnet sie im Heft 350 der Arb. der D. L. G. «Die Verbreitung und Bekämpfung der Ackerunkräuter in Deutschland» (Bd. II, S. 34) als eine bei passendem Untergrund des Bodens (feuchte Sandschicht) wohl überall verbreitete Unkrautart. Er kennt sie nicht als kalkfliehende Pflanze, obwohl in seinen diesbezüglichen Erhebungen vielfach darauf hingewiesen wird, dass *Equisetum arvense* nur auf kalkarmen Böden vorkomme. Wehsarg erinnert daran, dass sie auf kalkreichen Böden in Gesellschaft mit der ausgesprochenen Kalkpflanze *Equisetum maximum*

angetroffen werden könne. Im Kalkmangel der Standorte sieht Wehsarg nur eine mittelbare Ursache des Vorkommens von *Equisetum arvense*. Unmittelbar liegt aber nach ihm der Grund in der Bildung einer wasserdurchlässigen, hochdispersen Erdschicht im Untergrund, der eine Entkalkung des Obergrundes und eine Kolloidwanderung aus diesem vorausgegangen sein muss. Die Ursache des Vorkommens oder Nichtvorkommens von *Equisetum arvense* auf Böden mit bestimmter Reaktion ist also nach Wehsarg physikalischer Natur. Diese Erklärung erscheint logisch und deckt sich im Wesentlichen mit den gemachten Beobachtungen. Wir glauben daher, annehmen zu dürfen, dass unsere Ergebnisse *Equisetum arvense* L. mit Bezugnahme auf ihre Reaktionsansprüche richtig charakterisieren, so dass sie als *amphikline* Unkrautart betrachtet werden darf. Auch Volkarts Funde im Gebirge liegen zu 41 % aller Funde im sauren pH-Bereich, zu 64 % im sauren bis neutralen und nur zu 36 % im alkalischen pH-Bereich, so dass auch diese Ergebnisse den unsrigen nicht absolut entgegenstehen.

5. *Veronica arvensis* L. müssen wir auf Grund unserer Untersuchungsergebnisse als amphikline Art bezeichnen. Volkart hält sie für *acidoklin*; Ferdinandsen dagegen für basiklin. Ersterer bemerkt dazu, dass *Veronica arvensis* nicht stark ausgesprochen acidoklin zu sein scheine. Auch wir haben sie als eine Unkrautart, die im Dreifeldergebiet zu 83 % aller Aufnahmen auf CaCO₃-armen und -freien Böden gedeiht, gefunden. Dennoch liegen bei uns nur 28 % aller Funde im schwach sauren bis neutralen bis schwach alkalischen pH-Bereich, bei Volkart dagegen 96 %. Nach Braun-Blanquet (« Schedae ad Floram Raeticam Exsiccatam » No. 779) kommt *Veronica arvensis* L. reichlich auf kalkreichen und kalkarmen Böden vor, so dass sie allgemein betrachtet vielleicht doch am besten als amphikline Art taxiert wird.

6. *Galium Aparine* L. zeigt sich im Dreifeldergebiet als amphikline Pflanze. Auch nach Braun-Blanquet (Schedae No. 876) muss sie als amphiklin bezeichnet werden. Wiedersheim (« Das Klettenlabkraut », Heft 203 D.L.G.) betrachtet sie als eine Unkrautpflanze des kalkhaltigen Bodens. Volkart betrachtet *Galium Aparine* als basiklin. Nil sen und Eichinger erkennen sie als Pflanze des alkalischen Bodens. Volkart fand sie im Gebirge zu 75 %, wir im Dreifeldergebiet zu 76,50 % aller Funde im ausge-

sprochenen alkalischen Reaktionsbereich, dagegen zu 75,80 % auf CaCO_3 -freiem und relativ CaCO_3 -armem Boden. Auf Grund aller dieser Untersuchungsergebnisse darf die Art *Galium Aparine* als Ganzes und allgemein betrachtet wohl am besten als *amphiklin-basiklin* bezeichnet werden.

7. *Cirsium arvense* (L.) Scop. muss im Dreifeldergebiet auf Grund der berechneten Frequenzzahlen als *amphikline* Art bezeichnet werden, wenn auch bloss $\frac{1}{5}$ aller Funde in den schwach sauren bis neutralen Reaktionsbereich entfallen. Dagegen sind 76,20 % aller Standorte der Art relativ CaCO_3 -arme bis CaCO_3 -freie. Bei Volkarts Untersuchungen im Gebirge befinden sich 84,10 % aller Funde von *Cirsium arvense* im alkalischen Reaktionsbereich, so dass er sie mit Recht als *basiklin* betrachtet. Ferdinandsen nennt sie eine basiphile Pflanze. Nilsen findet sie auf alkalischem Boden. W. E. Brenchley, wie auch Fruwirth erkennen in *Cirsium arvense* einen Vertreter des kalkhaltigen Bodens. Korsmo-Wollenweber schreibt darüber auf S. 420: « In Deutschland ist die Pflanze gewöhnlich und sehr lästig auf allen Böden, am lästigsten aber auf kalk- und mergelhaltigem Nutzland ». Bei allgemeiner Betrachtung aller dieser Beurteilungsergebnisse müssen wir *Cirsium arvense* wohl mit Volkart als *basiklin* bezeichnen.

8. *Polygonum Persicaria* L. scheint nach den unsrigen Erhebungen im Dreifeldergebiet *basiklin* zu sein, denn 84,90 % aller Funde liegen im alkalischen Reaktionsbereich, obwohl 67,90 % aller Standorte dieser Unkrautart CaCO_3 -frei oder relativ CaCO_3 -arm sind. Volkart, wie auch Ferdinandsen bezeichnen diese Art als amphiklin, wobei Volkart noch ergänzend erwähnt, dass *Polygonum Persicaria* ausserdem noch genügend Feuchtigkeit im Boden zu seinem Fortkommen bedarf. Bei Volkarts Erhebungen im Gebirge fallen 41,70 % aller Funde ins alkalische und 47,20 % aller Funde ins saure Reaktionsbereich, so dass *Polygonum Persicaria* im Gebirge amphiklin ist. Nach Korsmo-Wollenweber kommt *Polygonum Persicaria* besonders auf feuchtem und saurem Ackerboden vor. Vom allgemeinen Standpunkt aus betrachtet muss *Polygonum Persicaria* L. mit Ferdinandsen und Volkart als *amphikline* Unkrautart taxiert werden.

9. *Polygonum Convolvulus* L. ist im Dreifeldergebiet ebenfalls *basiklin*. Hier finden sich 85 % aller Funde im absolut alkalischen

Reaktionsbereich. 73,50 % aller notierten Standorte der Art weisen CaCO_3 -freien oder relativ CaCO_3 -armen Boden auf. Volkart und Ferdinand sen bezeichnen *Polygonum Convolvulus* als *amphiklin*. Im Gebirge konnte diese Art von Volkart zu 40,80 % im alkalischen und zu 45,40 % im sauren Reaktionsbereich gefunden werden. Nach Wehsarg gedeiht *Polygonum Convolvulus* vorherrschend auf kalkhaltigen Böden. Im allgemeinen ist somit auch *Polygonum Convolvulus* *amphiklin*.

10. *Agrostemma Githago* L. zeigt sich im Dreifeldergebiet als *basiklin*. 89,30 % aller notierten Vorkommen liegen im alkalischen Reaktionsgebiet. 75 % aller festgestellten Standorte sind relativ kalkarm oder kalkfrei. Nach Wehsarg⁽²⁶⁰⁾ kommt sie auf allen Bodenarten vor. Volkarts Erhebungen im Gebirge lassen *Agrostemma Githago* als acidoklin erscheinen. Es fallen hier nämlich 67 % aller Funde ins saure Reaktionsgebiet. Volkart bezweifelt, dass seine diesbezüglichen Erhebungen im Gebirge über die Bodenansprüche dieser Art sichere Anhaltspunkte liefern und erwähnt, dass W. E. Brenchley sie nicht auf stark sauren noch stark alkalischen Böden in Wiltshire und Sommersetshire vorgefunden hat. Nach Braun-Blanquet (Schedae No. 1138) gedeiht *Agrostemma Githago* auf kalkreichem und kalkarmem Boden. Auch Volkart bemerkt, dass sie im Dreifeldergebiet auf alkalischem Boden zu finden ist. Im allgemeinen muss *Agrostemma Githago* somit am besten auch wieder als *amphiklin* charakterisiert werden.

11. *Viola tricolor* L. ist nach unseren Zusammenstellungen im Dreifeldergebiet *basiklin*, weisen doch bei uns 77,60 % der Standorte dieser Spezies pH-Werte von über 7,5 auf. Clausen⁽⁴¹⁾ unterscheidet in seiner Arbeit «Studies on the Collective Species *Viola tricolor* L.» die beiden Unterarten: *Viola tricolor* L. und *Viola arvensis* Murr. Er konnte dann in der Folge auch feststellen, dass erstere Abart in Jütland ein Besiedler des sauren Sandbodens ist; letztere gedeiht dagegen nur auf alkalischen Böden. N. C Nielsen konnte diese Feststellung bestätigen, denn er fand *Viola tricolor* zu 100 % auf Böden mit pH-Werten unter 6,5; die Subspezies *Viola arvensis* aber zu 60 % auf Standorten mit pH-Werten über 7,1. Auch Ferdinand sens Angaben stimmen damit überein; er nennt *Viola tricolor* acidophil, *Viola arvensis* *amphiklin*. Eichinger kennt die grossblütige Abart *Viola tricolor* L. ssp. *vulgaris*

(Koch) *Oborny* als Pflanze der kalkarmen Sandfelder und als eine Charakterpflanze des kalkbedürftigen Bodens und die kleinblütige *Viola tricolor* L. ssp. *arvensis* Gaudin, die auf allen Böden (mit Ausnahme der ganz kalkarmen und der Kalkböden) gedeihen soll. Auch Fruwirth⁽⁷²⁾ bezeichnet *Viola tricolor* als gegen Kalk im Boden empfindlich. Wehsarg⁽²⁶⁰⁾ unterscheidet mit Eichinger *Viola tricolor vulgaris*, die auf kalkarmen Sandfeldern nach ihm vorkommt, und *Viola tricolor arvensis* als eine Pflanze schwach saurer Mittelböden. Zum Teil widersprechende Resultate ergaben die Untersuchungen von Steyer und Eberle in der Umgebung von Lübeck. Sie fanden *Viola tricolor arvensis* in 73 % aller Beobachtungen auf saurem Boden und *Viola tricolor vulgaris* auch auf alkalischer Unterlage, so dass sie beide Abarten als Reaktionscharakteristikum des Standortes glauben verneinen zu müssen. Volkart unterscheidet im Gebirge *Viola tricolor* L. ssp. *subalpina* Gaud. und *Viola tricolor* L. ssp. *arvensis* (Murray) Gaudin, ohne aber bei diesen beiden Subspezies Unterschiede in den Bodenreaktionsansprüchen feststellen zu können. Er bezeichnet beide Abarten als *amphiklin*.

12. *Myosotis arvensis* (L.) Hill wurde von uns im untersuchten Dreifeldergebiet zu 76,70 % aller Beobachtungen bei pH-Werten des Bodens von über 7,5 gefunden; sie erscheint deshalb hier *basiklin*. W. E. Brenchley bezeichnet sie als charakteristisch für den Kalkboden in Norfolk. Steyer und Eberle unterscheiden bei ihren Untersuchungen die verschiedenen *Myosotis*-Arten nicht. Sie stellen aber fest, dass im Lübecker Gebiet die *Myosotis*-Arten vorwiegend auf besseren (kalkhaltigen) Böden vorkommen. Ferdinandsen bezeichnet *Myosotis arvensis* als *amphiklin*. Auch Volkart findet, dass *Myosotis arvensis* im Gebirge sich *amphiklin* zeige, denn er fand hier bei 44,70 % aller Beobachtungen die Art auf saurem und bei 37,30 % auf alkalischem Boden. Hier scheint, dass unseren Erhebungsergebnissen mehr spezifischer Wert zukommt, so dass *Myosotis arvensis* (L.) Hill im allgemeinen *amphiklin* ist.

13. *Thlaspi arvense* L. fanden wir im Dreifeldergebiet ausschliesslich auf Böden (40 Funde) mit alkalischer Reaktion, die aber zu 70 % CaCO₃-frei oder relativ CaCO₃-arm waren. Wir müssen *Thlaspi arvense* im Dreifeldergebiet als *basiphil* ansehen. Eichinger kennt sie als eine wichtige Art aus der Reihe der Unkräuter des

kalkgesättigten Bodens. He gi findet sie auch als Pflanze der kalkhaltigen Böden. Ferdinand sen bezeichnet *Thlaspi arvense* als acidophil. Auch Volkart fand sie im Gebirge häufiger (zu 84 % aller Funde) auf sauren Böden. Dennoch bezweifelt er bei *Thlaspi arvense* die Vorliebe für saure Böden und macht darauf aufmerksam, dass sie in der nordamerikanischen Prärie auf gesättigtem, alkalischem Schwarzerdeboden massenhaft vorkommt. Im allgemeinen wird daher *Thlaspi arvense* L. als Pflanze der alkalischen Böden betrachtet werden können.

Mit obigen Ausführungen haben wir versucht, die mit Bezugnahme auf die Bodenreaktionsansprüche sich bei einzelnen wichtigeren Unkrautarten ergebenden Widersprüche der Urteile der verschiedenen Autoren einigermaßen abzuklären. Hier noch weiter auf diese Verhältnisse einzeln einzutreten, finden wir nicht für notwendig.

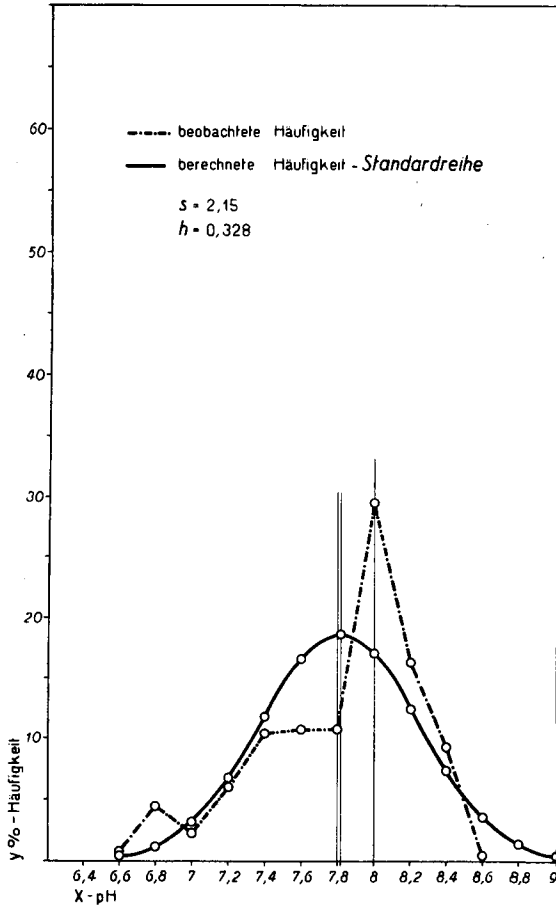
Vergleichshalber haben wir die Ergebnisse der botanischen Aufnahmen und die der pH-Messungen der Standorte einiger charakteristischer Ackerunkrautarten auch variationsstatistisch ausgewertet. Die wahrscheinlichsten Häufigkeitswerte der einzelnen pH-Wert-Klassen wurden von uns nach der *Galton'schen Variationsgleichung* (s. S. 114) berechnet. Wir verweisen daher auf die beobachteten und rechnerisch ermittelten Werte, sowie die graphischen Darstellungen dieser Verhältnisse auf Seiten 187, 203 ff.

pH-Werte aller Aufnahmen

		pH - Wert - Klassen :						
		6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8
Berechnete Häufigkeit								
(Standard):	absolut	0,9	3,1	8,4	18,2	31,8	44,7	50,6
	in Prozent	0,30	1,15	3,10	6,70	11,70	16,50	18,60
Beobachtete Häufigkeit:								
	in Prozent	0,70	4,40	2,20	5,90	10,30	10,65	10,65

		pH - Wert - Klassen :					
		8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0
Berechnete Häufigkeit							
(Standard):	absolut	46,0	33,7	19,8	9,4	3,6	1,1
	in Prozent	17,00	12,40	7,30	3,50	1,35	0,40
Beobachtete Häufigkeit:							
	in Prozent	29,40	16,20	9,20	0,40	—	—

Verteilung nach der Wasserstoffionen - Konzentration
aller Bestandesaufnahmen des untersuchten Gebietes,
 der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz, auf
 die verschiedenen pH - Wert - Klassen.



Die variationsstatistische Auswertung vermittelt uns hier die Lage der Grundklasse und somit auch die Lage des *häufigsten und wahrscheinlichsten Wertes, des Mittelwertes* der pH-Werte der einzelnen Art, sowie die Art der Gruppierung der Einzelbeobachtungen. Die variationsstatistisch berechnete Grundklasse aller unserer botanischen Analysen liegt bei pH 7,8, und die pH-Werte 7,71—7,90 fixieren somit den mittleren pH-Wert aller Aufnahmen.

pH-Werte für *Lamium purpureum* L.

	pH - Wert - Klassen :						
	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8
Berechnete Häufigkeit:							
absolut	—	—	0,8	2,4	5,4	9,6	12,9
in Prozent	—	—	1,20	3,65	8,20	14,60	19,65
Beobachtete Häufigkeit:							
in Prozent	—	—	1,50	9,10	7,50	9,10	9,10
Berechnete Werte der Frequenzzahl	—	—	9,5	13,2	17,0	21,5	25,5

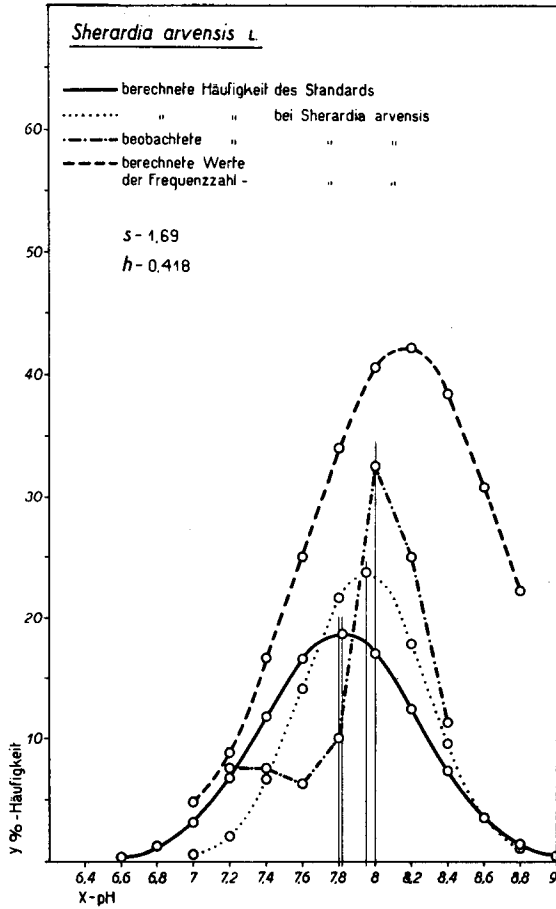
	pH - Wert - Klassen :					
	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0
Berechnete Häufigkeit:						
absolut	13,3	10,5	6,4	3,0	1,1	0,3
in Prozent	20,25	16,00	9,75	4,55	1,70	0,45
Beobachtete Häufigkeit:						
in Prozent	24,30	24,30	13,60	1,50	—	—
Berechnete Werte der Frequenzzahl	28,9	31,1	32,3	31,9	30,5	27,3

pH-Werte für *Sherardia arvensis* L.

	pH - Wert - Klassen :						
	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8
Berechnete Häufigkeit:							
absolut	—	—	0,4	1,6	5,3	11,2	17,2
in Prozent	—	—	0,50	2,00	6,65	14,05	21,55
Beobachtete Häufigkeit:							
in Prozent	—	—	—	7,50	7,50	6,25	10,00
Berechnete Werte der Frequenzzahl	—	—	4,8	8,8	16,6	25,0	34,0

	pH - Wert - Klassen :					
	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0
Berechnete Häufigkeit:						
absolut	18,6	14,2	7,6	2,9	0,8	—
in Prozent	23,30	17,80	9,50	3,60	1,05	—
Beobachtete Häufigkeit:						
in Prozent	32,50	25,00	11,25	—	—	—
Berechnete Werte der Frequenzzahl	40,5	42,1	38,4	30,8	22,2	—

Verteilung der Standorte nach der Wasserstoffionen-Konzentration, im untersuchten Gebiete der verbessert. Dreifelderwirtschaft der Schweiz, auf die verschieden. pH - Wert - Klassen.



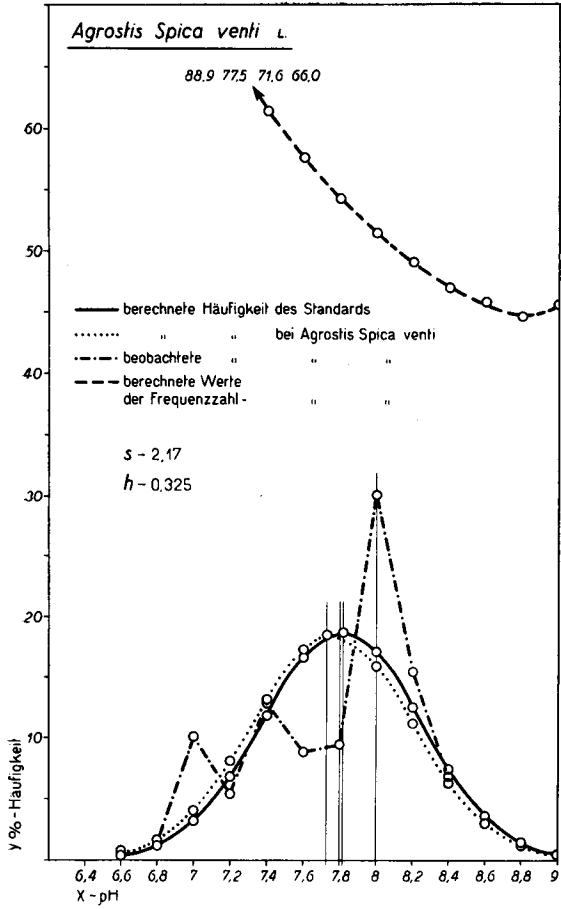
Der Vergleich der variationsstatistischen Auswertungsergebnisse der einzelnen Art und der des Standards (in unserem Falle aller botanischen Aufnahmen) erlaubt uns die in Frage stehende Unkrautart in ihren Bodenreaktionsansprüchen schärfer zu charakterisieren. Bei den beiden Unkrautarten *Lamium purpureum* L. und *Sherardia arvensis* L. ist gegenüber dem Standard eine Verschiebung des wahrscheinlichsten pH-Wertes von pH 7,8 gegen pH 8,0 festzustellen. Die Aenderung des mittleren pH-Wertes (höheres pH) bedingt mit steigenden pH-Werten auch eine Zunahme der berechneten Werte der Frequenzzahl. Diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass die beobachteten Fundstellen der beiden genannten Unkrautarten ganz vorherrschend oder ausschliesslich alkalische Reaktion besitzen, so dass *Lamium purpureum* L. und *Sherardia arvensis* L. als *basiphil* bezeichnet werden müssen (s. auch S. 194—195). Ausserdem können wir den Variabilitätsmassen «s» und «h» (s. graphische Darstellung) entnehmen, dass bei *Sherardia arvensis* die Einzelbeobachtungen enger um den wahrscheinlichsten pH-Wert der Standorte der Art gruppiert sind als bei *Lamium purpureum*, so dass erstere als die wertvollere Leitpflanze zur Beurteilung der Bodenreaktion betrachtet werden muss.

pH-Werte für *Agrostis Spica venti* L.

	pH - Wert - Klassen :						
	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8
Berechnete Häufigkeit:							
absolut	0,8	2,4	6,0	12,0	19,5	25,7	27,4
in Prozent	0,50	1,60	4,00	8,00	13,05	17,20	18,30
Beobachtete Häufigkeit:							
in Prozent	0,70	1,30	10,00	5,30	12,70	8,70	9,30
Berechnete Werte der Frequenzzahl	88,9	77,5	71,6	66,0	61,3	57,5	54,2

	pH - Wert - Klassen :					
	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0
Berechnete Häufigkeit:						
absolut	23,6	16,5	9,3	4,3	1,6	0,5
in Prozent	15,80	11,05	6,20	2,90	1,10	0,30
Beobachtete Häufigkeit:						
in Prozent	30,00	15,30	6,70	—	—	—
Berechnete Werte der Frequenzzahl	51,4	49,0	46,9	45,7	44,5	45,5

Verteilung der Standorte nach der Wasserstoff-Ionen-Konzentration, im untersuchten Gebiete der verbessert. Dreifelderwirtschaft der Schweiz, auf die verschiedenen pH - Wert - Klassen



Bei *Agrostis Spica venti* L. ist gegenüber dem Standard eine Verschiebung des mittleren, wahrscheinlichsten pH-Wertes nach links (gegen kleineres pH) hin zu konstatieren. Die berechneten Werte der Frequenzzahl steigen unter diesen Umständen mit abnehmenden pH-Werten. Die allgemein gemachten Beobachtungen und unsere auf die Frequenzzahl fussenden Auswertungsergebnisse lassen *Agrostis Spica venti* L. als acidokline Pflanze erscheinen, wie sie auch von verschiedenen Autoren und von uns charakterisiert worden ist (s. S. 188—189 und 196—197).

pH-Werte für *Raphanus Raphanistrum* L.

	6,6	pH - Wert - Klassen :				
		6,8	7,0	7,2	7,4	7,6
Berechnete Häufigkeit:						
absolut	0,8	2,0	3,7	5,7	7,0	7,0
in Prozent	2,10	5,20	9,60	14,80	18,20	18,20
Beobachtete Häufigkeit:						
in Prozent	—	5,10	20,50	12,80	15,40	10,30
Berechnete Werte der Frequenzzahl	88,9	64,5	44,0	31,3	22,0	15,7

	7,8	pH - Wert - Klassen :				
		8,0	8,2	8,4	8,6	8,8
Berechnete Häufigkeit:						
absolut	5,6	3,7	1,9	0,8	0,3	—
in Prozent	14,55	9,60	4,90	2,10	0,75	—
Beobachtete Häufigkeit:						
in Prozent	7,70	23,00	2,60	2,60	—	—
Berechnete Werte der Frequenzzahl	11,1	8,0	5,6	4,0	3,2	—

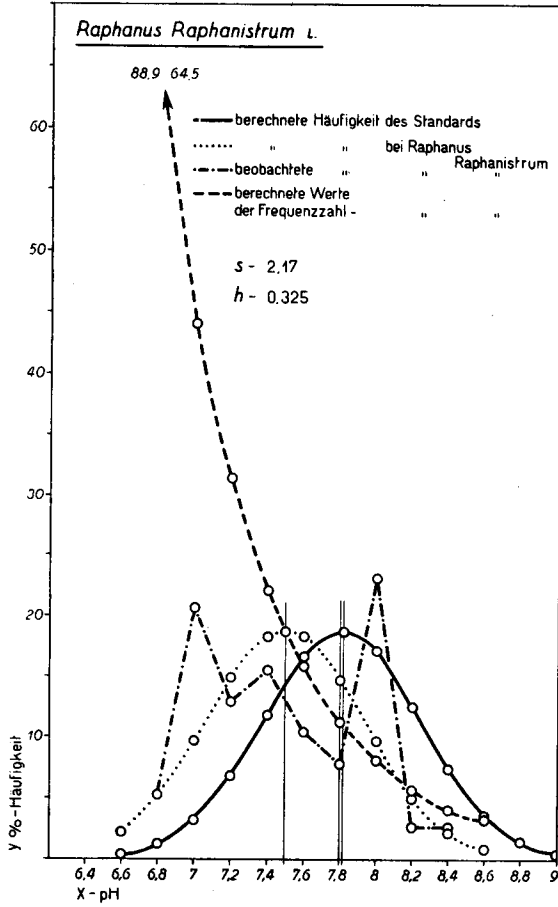
pH-Werte für *Polygonum Hydropiper* L. *)

	6,6	pH - Wert - Klassen :			
		6,8	7,0	7,2	7,4
Berechnete Häufigkeit:					
absolut	0,8	1,9	3,6	5,1	5,5
in Prozent	3,20	7,45	14,10	20,00	21,50
Beobachtete Häufigkeit:					
in Prozent	—	3,85	38,60	7,70	15,50
Berechnete Werte der Frequenzzahl	88,9	61,3	42,9	28,0	17,3

	7,6	pH - Wert - Klassen :			
		7,8	8,0	8,2	8,4
Berechnete Häufigkeit:					
absolut	4,4	2,6	1,2	0,4	—
in Prozent	17,25	10,20	4,70	1,60	—
Beobachtete Häufigkeit:					
in Prozent	11,45	11,45	11,45	—	—
Berechnete Werte der Frequenzzahl	9,8	5,1	2,6	1,2	—

*) Siehe auch graphische Darstellung S. 216.

Verteilung der Standorte nach der Wasserstoffionen-Konzentration, im untersuchten Gebiete der verbessert. Dreifelderwirtschaft der Schweiz, auf die verschiedenen pH - Wert - Klassen.



Bei *Raphanus Raphanistrum* L. und bei *Polygonum Hydropiper* L. zeigt sich gegenüber dem Standard eine Verschiebung der berechneten Grundklasse und der des wahrscheinlichsten pH-Wertes der Standorte dieser Pflanzenarten um ein bis zwei Klasseneinheiten nach links (nach kleineren pH-Werten hin) und verbunden damit (mit Abnahme der pH-Werte) eine Zunahme der berechneten Werte der Frequenzzahl. Die Folgerung daraus ergibt eine Häufung der beobachteten Funde bei tieferen pH-Werten (grössere Wasserstoffionenkonzentration), was uns veranlasst, diese beiden Unkrautarten als acidoklin-acidophil zu bezeichnen, und zwar auf Grund der Variabilitätsmasse *Raphanus Raphanistrum* L. als *acidoklin*, *Polygonum Hydropiper* L. als *acidophil* (s. auch S. 188—189).

Die Ergebnisse der variationsstatistischen Auswertung lassen uns erkennen, dass diese Arbeitsweise der Auswertung des statistischen Untersuchungsmaterial uns die Lage der Grundklasse und des wahrscheinlichsten pH-Wertes der Standorte einer bestimmten Pflanzenart und die Art der Gruppierung der Einzelbeobachtungen um diesen vermitteln kann. Bei unsymmetrischer Verteilung der untersuchten Böden über den Reaktionsbereich vermag aber diese Auswertungsmethode (wie in unserem Falle, wo die alkalischen Böden weitaus vorherrschend sind) nicht ein richtiges Bild der hier massgebenden Verhältnisse zu ergeben. Diese Nachteile können durch Ermittlung der berechneten Werte der Frequenzzahl z. T. wenigstens behoben werden. Demnach vermittelt uns bei den hier vorliegenden Bedingungen die Auswertung der Ergebnisse auf Grund V o l k a r t s Frequenzzahl spezifischere und auch keineswegs ungenauere Resultate als die statistische Auswertung.

3. Keimungsbiologie der Ackerunkräuter

Haben wir uns im vorausgehenden Abschnitte mit der Einwirkung der Umweltfaktoren auf die Verbreitung der Ackerunkräuter der Dreifelderwirtschaft befasst, so bleiben uns in diesem letzten Abschnitte noch vornehmlich Fragen der Vermehrung und Fortpflanzung zu behandeln, d. h. die Samenproduktion, die Lebenskraft der Samen und ihre Keimung. Für die Arterhaltung der Ackerunkräuter, die einerseits ihren Standort auf dem vom Menschen

hergerichteten Kulturland suchen, anderseits aber von diesem wiederum stets bekämpft werden, sind die Vermehrungs- und Keimungsverhältnisse geradezu von ausschlaggebender Bedeutung. Ihre Lehre ist daher für Wissenschaft und Praxis wichtig und grundlegend.

Die reproduktive Fortpflanzung aller höheren Pflanzen erfolgt durch Samen oder bei den Pteridophyten durch Sporen. Die vegetative Vermehrung dagegen durch Knospen der unterirdischen Teile, durch Stengelknollen, Brutzwiebeln, unterirdische Ausläufer, Ableger und Schösslinge muss als Unterstützung der geschlechtlichen Fortpflanzung betrachtet werden und ist für die Arterhaltung dort von Bedeutung, wo die Vermehrung durch Samen durch die Umweltfaktoren erschwert wird. Bei allen *ein-* und *zweijährigen* Pflanzenarten kommt allein die Vermehrung durch Samen in Betracht. Die Ackerunkräuter gehören zum grössten Teil zu diesen uns als *Samenunkräuter* bekannten Arten (s. auch II. Teil, S. 72—73). Die Vermehrung, wie auch die Arterhaltung der Samenunkräuter ist daher weitgehend von der *Samenproduktionskraft* der Art bzw. des Individuums abhängig. Die Samenproduktionskraft der Pflanze ist primär eine erbliche Arteeigenschaft. Sekundär wird sie wie die meisten Eigenschaften der Lebewesen durch die Lebensbedingungen des Individuums beeinflusst. Die quantitative Samenerzeugung der einzelnen Art oder auch der einzelnen Spezies ist unter Umständen sehr gross. Kerner erwähnt in seinem « Pflanzenleben », dass er bei *Sisymbrium Sophia* L. an einer Pflanze 730,000 Samen gefunden habe.

Eingehende Untersuchungen über die quantitative Samenerzeugung der Ackerunkräuter hat Chrebtow⁽³¹⁾ in den ehemaligen baltischen Provinzen Livland und Kurland durchgeführt. Er konnte bei einzelnen Arten Samenmengen bis zu 143,000 an einer Pflanze feststellen. Als Unkrautarten mit besonders reicher Samenproduktion zeigen sich nach Chrebtows Untersuchungen:

<i>Artemisia vulgaris</i> L.	mit bis 143,406 Samen
<i>Erigeron canadensis</i> L.	» » 115,709 »
<i>Artemisia campestris</i> L.	» » 99,900 »
<i>Campanula patula</i> L.	» » 80,600 »
<i>Plantago major</i> L.	» » 61,068 »
u. a. m.	

Diese Beispiele mögen genügen, um uns einigermaßen über die

Samenerzeugungsfähigkeit der Unkrautarten zu orientieren. Wir stellen uns nun die Frage: Was geschieht mit den Unkrautsamen, die durch Absamen der Unkräuter, durch Wind, durch Tiere und Mensch, durch Saatgut und Dünger auf den Acker gelangen? Der Vergleich der grossen Samenproduktion der Unkräuter einerseits und des quantitativ relativ geringen Unkrautbestandes der Felder andererseits ermöglicht uns z. T. die Beantwortung obiger Frage: «*Der Grossteil der erzeugten Samen ruht im Ackerboden*».

a) GEHALT DES ACKERBODENS AN UNKRAUTSAMEN UND IHRE KEIMFÄHIGKEIT

Der Unkrautsamengehalt des Ackerbodens war frühzeitig und vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen. Schon Darwin fand («*On the origin of species*» 1859) in einem Erdballen von 195 gr Gewicht 12 keimfähige Monokotyledonen- und 70 keimfähige Dikotyledonen-Samen dreier verschiedener Arten. Bei einem weiteren Versuch entwickelten sich aus 2025 gr Teichschlamm innerhalb 6 Monaten 537 Pflanzen verschiedener Arten. Putensen⁽²⁰⁷⁾ [siehe Snell⁽²³²⁾ und Wehsarg^(259, Heft 294)] führte in den Jahren 1881/82 Untersuchungen über den Unkrautsamengehalt des Ackerbodens aus dem Lüneburgischen durch. Die untersuchten Erdproben wurden verschiedenen Tiefen des Ackerbodens entnommen, in Kästen ausgebreitet und jeweils die aufgegangenen Keimpflanzen gezählt und bestimmt. Er fand dabei auf $\frac{1}{16}$ m² Ackerboden:

I. Schicht (1—25 cm Tiefe)	655 keimfähige Unkrautsamen resp. -keimlinge
II. Schicht (25—37,5 cm Tiefe)	27 keimfähige Unkrautsamen resp. -keimlinge
III. Schicht (50—63 cm Tiefe)	3 keimfähige Unkrautsamen resp. -keimlinge

Diese Ergebnisse lassen uns vermuten, dass der Samengehalt des Bodens unter 25 cm Tiefe (unter der Pflugsohle) gering ist.

Im weiteren haben nachstehend genannte Autoren über den Unkrautsamengehalt des Ackerbodens Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse wir kurz zusammengefasst folgen lassen.

Unkrautsamengehalt des Ackerbodens verschiedener Gebiete

Unkrautsamengehalt pro m ² Fläche				
	Malzew (158)		Schewelew (220)	
	Gouvernement Petersburg nördlicher Teil		Gouvernement Petersburg südlicher Teil	
	Winter- Roggen	Hafer	Winter- Roggen	Winter- Hafer
1. Total	84000	130500	47840	3960
2. Der häufigsten Unkrautarten:				
Alopecurus agrestis L.	—	—	—	—
Agrostis Spica venti L.	—	—	4800	—
Avena fatua L.	—	—	—	—
Poa spec.	—	—	—	—
Juncus bufonius L.	—	—	—	—
Polygonum aviculare L.	4500	—	—	—
Polygon. Convolvulus L.	—	—	—	—
Chenopodium polysper. L.	—	—	—	—
Chenopodium album L.	25500	12000	—	—
Gypsophila muralis L.	—	—	—	160
Stellaria media L.	—	31500	—	—
Arenaria serpyllifolia L.	—	—	24600	—
Spergula arvensis L.	7500	55500	—	—
Scleranthus annuus L.	—	—	2970	—
Thlaspi arvense L.	—	—	—	—
Sinapis arvensis L.	—	—	—	—
Raphanus Raphanistr. L.	—	7500	—	—
Sisymbrium Thalianum Gay et Monn.	—	—	1400	—
Euphorbia Helioscop. L.	—	—	—	—
Viola tricolor L.	12000	—	—	—
Anagallis arvensis L.	—	—	—	—
Myosotis arvensis L.	34500	16500	—	260
Lamium purpureum L.	—	—	—	—
Veronica arvensis L.	—	—	5400	460
Veronica hederifolia L.	—	—	—	—
Plantago major L.	—	—	—	—
Galium Aparine L.	—	—	—	—
Matricaria inodora L.	—	—	—	—
Cirsium arvense L.	—	—	—	440
Centaurea Cyanus L.	—	—	—	—
Sonchus arvensis L.	—	—	—	830
3. Tiefe der untersuchten Ackerkrume in cm	5	5	1¼	1¼

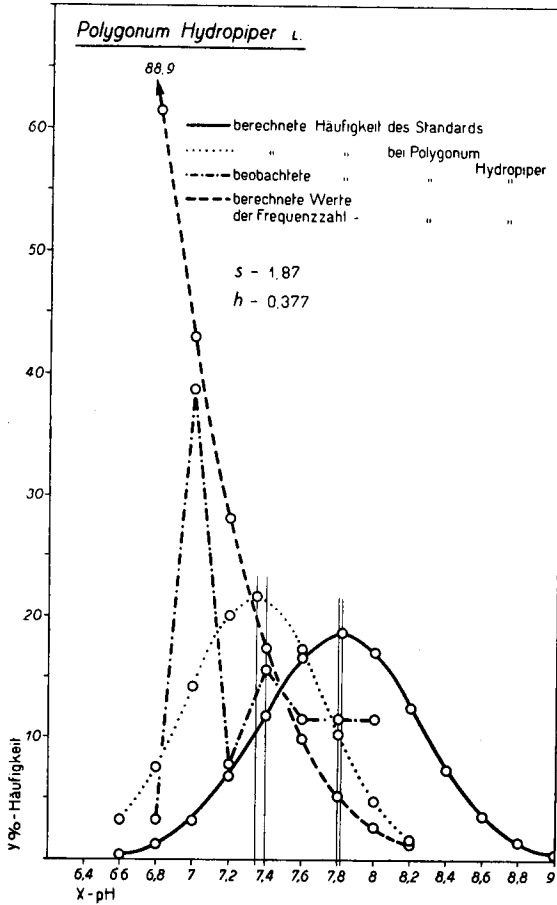
1) Aufgelaufene Keimlingszahl.

2) In Klammern = Verdorbene Samen.

auf Grund der Untersuchungsergebnisse einiger Autoren

Unkrautsamengehalt pro m ² Fläche					
Schewelew (220) Gouvernement Peters- burg (sdl. T.) Winter- Gerste	Korsmo (129)	Snell (232)	Wehsarg (259, Heft 294)		Unsere Un- tersuchungen im schweiz. Dreifelder- gebiet Winter- Roggen
	Norwegen	Rheinlande	Deutschland		
	Hafer	Winter- Roggen	Winter- Roggen	Winter- Weizen	
10280	33574 ¹⁾	1072 ¹⁾	2210 (6885) ²⁾	2500 (4850) ²⁾	23550
—	—	—	—	—	2700
—	—	—	60 (925)	715 (105)	—
—	—	76	—	—	—
2580	—	—	100 (635)	—	—
—	—	—	335 (300)	700 (635)	1950
—	—	236	—	—	—
—	9376	—	—	—	3600
—	—	400	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
260	—	—	—	—	—
—	16486	—	960 (3600)	425 (1975)	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	1520	—	—	—	—
—	—	120	—	—	—
4520	—	—	—	—	1950
—	992	—	—	—	—
410	—	—	755 (1425)	305 (1435)	2100
250	—	—	—	—	—
—	—	86	—	—	—
—	1360	—	—	—	—
—	—	—	270 (550)	—	—
—	—	—	—	—	—
1¼	25	40	20	20	20

Verteilung der Standorte nach der Wasserstoffionen-Konzentration, im untersuchten Gebiete der verbessert. Dreifelderwirtschaft der Schweiz, auf die verschieden. pH - Wert - Klassen.



Anmerkung: Zahlenwerte der einzelnen pH-Wert-Klassen siehe S. 209.

Diese Ergebnisse der Untersuchungen über den Unkrautsamen-gehalt des Ackerbodens lassen unzweideutig erkennen, mit welchen Mitteln sich das Unkraut im Kulturboden der Landwirtschaft verbreitet und vermehrt, und sie erklären uns das beständige Auftreten von Unkräutern auf unseren Feldern. Bedenkt man ausserdem, dass viele Unkrautsamenarten im Boden gelagert die Keimfähigkeit während längerer Zeit bewahren, so erscheint es begreiflich, dass die Säuberung unserer Felder vom Unkraut beharrlicher Kultur-massnahmen bedarf.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen stellt sich für uns die Aufgabe, die Frage zu beantworten: « *Wie gestalten sich die vorerwähnten Verhältnisse in den untersuchten Gebieten der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz?* »

Die Antwort auf diese Frage ergeben uns die Ergebnisse der Untersuchung des Ackerbodens nach folgenden zwei Methoden:

1. Durch direkte Abscheidung der Unkrautsamen aus dem Boden und nachherige Prüfung der Keimfähigkeit der gefundenen Samen in Keim-apparaten im Laboratorium oder im Freien.
2. Durch die Bestimmung des Gehaltes des Ackerbodens an keimfähigen Unkrautsamen durch Auslegen eines bestimmten Bodenquantums unter günstigen Keimungsbedingungen und durch Auszählung und Bestimmung der Keimlinge.

Beiden Methoden haften Nachteile an, und hier absolut einwandfreie Resultate zu erhalten ist nicht leicht möglich. Die Durchführung der Untersuchungen nach der *ersten Methode* beansprucht sehr viel Zeit. Das direkte Herauslesen der Samen aus dem Boden erfordert wegen der Kleinheit der Samen das Arbeiten mit der Lupe, wodurch diese Arbeit sehr ermüdend wirkt und sich nach kurzer Zeit äusserst mühsam gestaltet. Ausserdem können viele Samen auch mit der Lupe infolge des in Erdklümpchen Eingeschlössenseins überhaupt nicht gefunden werden. Und die Ergebnisse werden hier in keiner Weise befriedigen können, so dass die effektiv geleistete Arbeit nie die darauf verwendete Zeit lohnen wird.

Nach Malzew⁽¹⁵⁸⁾ bedarf es fast eines Monats Arbeit zum vollständigen Heraussuchen der Unkrautsamen aus 50 gr Boden, so dass diese Methode zur Untersuchung des Bodens eines ausgedehnten Gebietes — und nur solche Untersuchungen haben wirklich wissenschaftlichen und praktischen Wert — auf seinen Unkrautsamengehalt aus praktischen Gründen nicht anwendbar ist. Sche-welew⁽²²⁰⁾ und später Wehsarg^(259, Heft 294) versuchten eine

Sortierung der Samen aus dem Boden durch AufschlÄmmen und durch Auswaschen mit Wasser durchzuföhren.

S c h e w e l e w trennte die Unkrautsamen von den Bodenteilchen auf Grund ihres verschiedenen spezifischen Gewichtes. Bei den Mineralbestandteilen stellte er ein spezifisches Gewicht von 2,6 bis 2,8 fest. Die organischen Bestandteile des Bodens, wie auch die Samen wiesen dagegen ein spezifisches Gewicht unter 1,42 auf. Er arbeitete daher mit einem Gemisch von Bromoform und Schwefeläther im Verhältnis von 4:5 und einem spezifischen Gewicht von 1,70, so dass sich die mineralischen Bodenteilchen in diesem Gemisch in kürzester Zeit absetzten, während die organischen Bestandteile und die Samen an der Oberfläche abgeschöpft werden konnten.

Diese Methode ist praktisch kaum anwendbar. Sie eignet sich einerseits nur zur Untersuchung kleiner Bodenproben, da die Verwendung von Bromoform sehr kostspielig ist. Andererseits wirken Bromoform wie auch Schwefeläther auf die Keimfähigkeit der Samen ungünstig, so dass die einwandfreie Feststellung der Keimfähigkeit der vorgefundenen Samen nicht mehr möglich ist.

W e h s a r g ^(259, Heft 294) suchte die Unkrautsamen abzuscheiden, indem er den Boden durch Metallsiebe, durch Säcke aus Seidengaze durchschwemmte oder durch AbschlÄmmen in verschiedene SchlÄmmapparate bei verschiedenen Stärken des Wasserdurchlasses absonderte. Aber auch diese Methoden nahmen sehr lange Zeit in Anspruch und erwiesen sich als unpraktisch. Zudem tritt bei relativ längerer Einwirkung von Wasser eine Verschleimung und Auslaugung der Samen ein, wodurch wiederum die Keimfähigkeit beeinträchtigt werden kann.

Bessere Resultate zeitigt die *zweite Methode* der Untersuchung des Samengehaltes des Bodens, obwohl auch diese uns nicht einwandfrei die absoluten Werte der Samen des Bodens liefern kann. Sie beruht in der Entnahme und relativ flachen Ausbreitung einer bestimmten Bodenprobe an einem geschützten Orte. Die Zahl der darin enthaltenen keimfähigen Samen wird durch AuszÄhlung der aufgegangenen, die Art der Samen durch Bestimmung der Keimlinge ermittelt. Von Zeit zu Zeit muss der Boden aufgelockert werden, so dass auch die tiefer gelegenen Samen mehr oder weniger an die Oberfläche zum Keimen gelangen. Dennoch werden auch nach dieser Methode, auch bei jahrelanger Beobachtung, keineswegs

alle keimfähigen Samen erfasst werden können. Zudem besteht immer eine gewisse Gefahr der Verunreinigung durch anfliegende fremde Samen, da die Proben bei ausgedehnterer Untersuchung gewöhnlich nicht in einem geschlossenen Glashauss zur Beobachtung aufgestellt werden können. Trotz allen Nachteilen verspricht diese Methode hinreichend zuverlässige Ergebnisse zu liefern und wird deshalb immer wieder verwendet.

W e h s a r g ⁽²⁵⁸⁾ führte seine Untersuchungen über «Das Unkraut im Ackerboden» nach dieser Methode durch. Auch K o r s m o ⁽¹²⁹⁾ arbeitete mit dieser Methode. Ausserdem ermittelte K o r s m o den keimfähigen Samengehalt des Ackerbodens durch Auszählung der aufgehenden Keimlinge auf dem Felde bestimmter Getreidefelder während des Brachens.

Wir bedienten uns anfangs zur Ermittlung des Samengehaltes der Bromoform-Aethermethode von S c h e w e l e w, mussten aber bald diese Untersuchungen wegen der der Methode anhaftenden praktischen Nachteile (sehr zeitraubend und kostspielig) aufgeben und verwendeten dann die zweite Methode. Als Keimapparate benutzten wir dazu extra verfertigte Holzkistchen von einem Lichtmasse von $80 \times 40 \times 5$ cm. Darin wurde die zu untersuchende Erdprobe von $\frac{1}{4}$ m² und 5 cm Mächtigkeit in 3—4 cm Höhe ausgebreitet. Die Kistchen wurden zur Keimung der in der Erde enthaltenen Unkrautsamen im Versuchsfeld der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon in kalten Treibbeetkasten, die mit Kohlschlacke ausgelegt worden waren, aufgestellt und während 3 Jahren beobachtet. Von Zeit zu Zeit, je nach Keimung, wurden die aufgegangenen Keimlinge ausgezählt, bestimmt und entfernt. Gegen das Anfliegen von fremden Unkrautsamen wurden die Erdproben durch aufgelegte Fenster geschützt. Nach Absamung der Pflanzen im Freiland, gegen den Herbst hin, über Winter und im Frühjahr bis zur Blüte der Vegetation wurden die Kasten zur Durchlüftung und zum Durchfrieren von Zeit zu Zeit abgedeckt, um, soweit das möglich war, die gleichen atmosphärischen Verhältnisse des Freilandes zu schaffen. Im Sommer wurden die Erdproben mit Schattenrahmen vor zu grosser Hitze geschützt. Die Befeuchtung der Erde erfolgte (je nach Bedarf im Sommer alle 2—3, im Herbst und Frühjahr alle 5—6 Tage, im Winter waren die Kasten meist abgedeckt, und ein Begiessen war dann nicht notwendig) mit der Giesskanne mit ganz feiner Brause, so

dass ein Verschlämmen oder Abspülen von Erdteilchen nicht befürchtet werden musste. Im Frühjahr wurde der Boden jeweils aufgelockert. Auf diese Art und Weise untersuchten wir während 2 Jahren von vier verschiedenen Orten (Ramsen, Windlach, Möhlin, Dottikon) Ackerböden der Dreifelderwirtschaft, und zwar je von einem Roggen-, Weizen- und Kartoffelfeld, auf ihren Unkrautsamen-gehalt. Zur Untersuchung gelangte von jedem dieser Ackerfelder ein Erdprisma von $\frac{1}{4}$ m² Grundfläche und 25 cm Höhe. Das Prisma wurde in Schichten von je 5 cm Höhe zerlegt. Jede Erdschicht bestand aus einer Mischprobe oder entsprechenden Schichten 5 verschiedener Stellen des zu untersuchenden Ackers.

Bei der Probeentnahme gingen wir folgendermassen vor. Mit Hilfe eines scharfen Stechspatens legten wir an geeigneter Stelle des Ackers ein Erdprisma von $\frac{1}{4}$ m² Oberfläche (durch Ausgraben von ca. 50 cm tiefen Gräben rings um dieses) bis zu 30 cm Tiefe frei. Zum Festhalten der lockeren Ackererde legten wir einen extra zu diesem Zwecke verfertigten Holzrahmen (mit einer Lichtweite von 52×52 cm und einer Höhe von 40 cm), dessen eine Seite von 5 zu 5 cm entfernt werden konnte, um das ausgegrabene Erdprisma. Auf der Innenseite der drei festgemachten Seitenwände des Rahmens erstellten wir in einer Entfernung von ebenfalls 5 zu 5 cm kleine Kehlrinne. Auf diese Weise konnte dann das Prisma ziemlich exakt mit einem kleinen Spaten in Schichten von 5 zu 5 cm zerlegt werden. Jedes Prisma wurde in 5 Schichten bis zu 25 cm Tiefe bis oder unter die Pflugtiefe zerlegt. Die entsprechenden Tiefenschichten der 5 Stellen eines Feldes wurden dann in Oerlikon gemischt und von der Gesamtprobe der fünfte Gewichtsteil in den Kistchen zum Keimen der Samen flach ausgebreitet.

Die im Keimbeet aufgelaufenen, nicht genau bestimmbar Unkrautkeimlinge wurden nach dem Auszählen im Keimbeet, wenn keine Versamung zu befürchten war, weiter etikettiert bis zur Blüte bzw. Fruchtbildung stehen gelassen. Handelte es sich aber dabei vermutlich um Keimlinge leicht versamender Unkrautarten, so wurden diese nach dem Auszählen in mit Erde gefüllte Tontöpfe verpflanzt, etikettiert und ins Glashaus der Eidgenössischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon gestellt, um sie dann im ausgewachsenen Zustande zu identifizieren. Die Entnahme der Erdproben erfolgte (1930 und 1931) aus arbeitstechnischen Gründen auf

den Kartoffelfeldern im Frühjahr vor der Saat (März/April), auf den Roggen- und Weizenfeldern Ende Juli oder anfangs August unmittelbar nach der Ernte. Die Daten dieser Untersuchungen lassen wir hier folgen:

1. Anzahl der keimfähigen Unkrautsamen, bzw. der aufgegangenen Unkrautkeimlinge im Boden von Kartoffelfeldern der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Name der Art:	Pro ½ m ² bis 25 cm Tiefe in:					Zusammen: (2 m ² Oberfläche) Tiefe in cm				
	Ram- sen	Wind- lach	Möh- lin	Dotti- kon	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-25
1. Panicum sanguinale L.	—	—	8	1	6	2	—	—	1	9
2. Panicum milliaceum L.	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1
3. Alopecurus agrestis L.	61	42	45	1	24	27	31	48	19	149
4. Agrostis Spica venti L.	6	63	17	2	24	16	8	26	14	88
5. Agrostis alba L.	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1
6. Phleum pratense L.	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1
7. Holcus lanatus L.	—	5	—	7	—	2	8	—	2	12
8. Poa annua L.	6	22	49	16	14	18	18	18	25	93
9. Poa trivialis L.	24	52	30	66	13	57	58	31	13	172
10. Juncus bufonius L.	1	2	103	—	12	14	33	9	38	106
11. Juncus effusus L.	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1
12. Rumex obtusifolius L.	—	1	2	16	—	—	4	7	8	19
13. Rumex Acetosella L.	—	—	—	3	—	—	3	—	—	3
14. Rumex Acetosa L.	—	1	1	—	—	1	—	1	—	2
15. Polygonum aviculare L.	—	22	2	37	5	21	13	14	8	61
16. Polygonum Persicaria L.	—	4	6	15	6	8	2	7	2	25
17. Polygonum lapathifolium L.	—	—	10	1	3	2	4	2	—	11
18. Polygonum Hydropiper L.	—	—	19	—	2	3	2	5	7	19
19. Polygonum Convolvulus L.	—	6	6	3	4	2	1	3	5	15
20. Chenopodium polyspermum L.	15	40	41	95	33	54	25	40	39	191
21. Chenopodium album L.	38	55	52	164	48	90	42	73	56	309
22. Atriplex patulum L.	—	—	—	4	—	2	—	—	2	4
23. Melandrium album (Miller) Gareke	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1
24. Stellaria media (L.) Vill.	1	10	10	1	4	3	5	5	5	22
25. Cerastium glomerat. Thuill.	2	3	—	1	—	1	2	2	1	6
26. Cerastium caespitos. Gilib.	—	9	—	16	2	11	7	5	—	25
27. Sagina procumbens L.	2	5	553	1	26	27	116	127	265	561
28. Sagina ciliata Fries	—	—	2	—	—	—	—	—	2	2
29. Lychnis Flos cuculi L.	1	2	—	1	—	—	—	1	3	4
30. Arenaria serpyllifolia L.	2	3	—	8	3	4	3	3	—	13
31. Ranunculus arvensis L.	—	3	—	—	—	1	—	1	1	3
32. Ranunculus repens L.	1	5	—	1	5	3	1	8	—	17
33. Papaver Rhoëas L.	6	2	—	—	—	4	1	1	2	8
34. Sinapis arvensis L.	—	—	3	—	2	1	—	—	—	3
35. Raphanus Raphanistrum L.	—	—	14	—	1	—	2	2	9	14
36. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus	6	—	3	21	7	12	4	3	4	30
37. Erophila verna (L.) E. Meyer	—	7	—	—	—	1	—	5	1	7
38. Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.	2	22	58	—	16	11	14	19	22	82

Name der Art:	Pro ½ m² bis 25 cm Tiefe in:					Zusammen: (2 m² Oberfläche) Tiefe in cm				
	Ram- sen	Wind- lach	Möh- lin	Dotti- kon	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-25
39. Alchemilla arv. (L.) Scop.	12	6	2	1	1	3	7	7	3	21
40. Medicago lupulina L. . .	—	2	—	—	—	—	—	2	—	2
41. Trifolium pratense L. . .	—	20	6	2	2	3	4	15	4	28
42. Trifolium repens L. . .	3	117	8	24	10	40	56	37	9	152
43. Lotus corniculatus L. . .	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1
44. Vicia hirsuta (L.) S.F.Gray	3	10	148	8	32	32	32	35	38	169
45. Vicia tetrasperma (L.) Mönch	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
46. Vicia sativa L.	—	—	13	—	1	2	7	1	2	13
47. Euphorbia exigua L. . . .	—	—	—	2	—	1	1	—	—	2
48. Malva neglecta Wallr. . .	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1
49. Aethusa Cynapium L. . .	—	—	—	4	—	1	1	2	—	4
50. Daucus Carota L.	—	2	—	2	—	—	1	2	1	4
51. Anagallis arvensis L. . .	6	2	4	49	3	25	3	19	11	61
52. Centunculus minimus L. .	—	—	8	—	—	1	—	—	7	8
53. Myosotis arvensis (L.) Hill	11	11	17	9	—	13	6	16	13	48
54. Verbena officinalis L. . .	—	—	—	9	2	4	—	2	1	9
55. Ajuga reptans L.	1	6	—	12	6	6	5	—	2	19
56. Prunella vulgaris L. . . .	6	12	3	6	1	5	8	8	5	27
57. Galeopsis Tetrahit L. . .	—	—	—	5	—	—	3	1	1	5
58. Linaria spuria (L.) Miller	—	—	—	18	3	7	5	2	1	18
59. Linaria Elatine (L.) Miller	—	1	—	56	3	4	8	28	14	57
60. Linaria minor (L.) Desf. .	—	—	—	4	1	—	2	—	1	4
61. Veronica serpyllifolia L. .	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1
62. Veronica arvensis L. . . .	—	3	—	3	—	1	4	1	—	6
63. Veronica Tournefortii Gmel.	25	—	—	3	7	10	8	2	1	28
64. Veronica hederifolia L. . .	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1
65. Plantago major L.	4	1	30	14	8	5	15	12	9	49
66. Plantago intermedia Gil.	—	—	37	—	7	4	8	10	8	37
67. Plantago lanceolata L. . .	—	—	—	16	2	5	5	4	—	16
68. Galium Aparine L.	—	11	—	—	2	4	5	—	—	11
69. Galium Mollugo L.	—	4	—	—	1	1	—	1	1	4
70. Knautia arvensis (L.) Duby	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1
71. Campanula Rapunculus L. .	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1
72. Erigeron canadensis L. . .	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1
73. Bellis perennis L.	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1
74. Gnaphalium uliginosum L.	—	—	20	—	2	2	2	4	10	20
75. Matricaria Chamomilla L. .	2	1	921	—	92	105	263	169	295	924
76. Matricaria suaveolens (Pursh.) Buchenau	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1
77. Chrysanthemum Leucan- themum L.	—	1	—	30	1	3	8	10	9	31
78. Senecio vulgaris L.	2	4	3	8	1	3	1	9	3	17
79. Cirsium arvense (L.) Scop.	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1
80. Centaurea Jacea L.	—	7	—	—	—	7	—	—	—	7
81. Centaurea Cyanus L. . . .	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1
82. Taraxacum offic. Weber . .	13	7	16	30	10	21	12	18	5	66
83. Sonchus asper (L.) Hill . .	3	3	28	20	16	7	9	8	14	54
84. Sonchus arvensis L. . . .	2	—	27	—	—	6	14	5	4	29
Total	269	624	2327	832	479	729	911	902	1031	4052

Werden die im Boden der *Kartoffelfelder* aufgegangenen Unkrautkeimlinge nach ihren Lebensverhältnissen gruppiert, so zeigen sich nachstehende Verhältnisse:

In 2 m² Fläche und bis zu 25 cm Tiefe enthaltene keimfähige Unkrautsamen, bzw. aufgegangene Unkrautkeimlinge

Unkrautgruppen	Anzahl Samen- resp. Pflanzenarten:		Anzahl der gekeimten Samen:				
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent			
1. <i>Samenunkräuter</i> :							
a) Annuelle . . .	32	55	2021	2843	70,20		
b) Winterannuelle	20					38,10	49,90
c) Zweijährige .	3					23,80	18,30
		3,50	80	2,00			
2. <i>Mehrjährige Bodenständige</i>	14	16,70	241	5,90			
3. <i>Mehrjährige Wurzelwandernde</i> . . .	15	17,90	968	23,90			
Total	84	100,00	4052	100,00			

2. Anzahl der keimfähigen Unkrautsamen, bzw. der aufgegangenen Unkrautkeimlinge im Boden von Winterweizenfeldern der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Name der Art:	Pro ½ m ² bis 25 cm Tiefe in:					Zusammen: (2 m ² Oberfläche) Tiefe in cm					
	Ram- sen	Wind- lach	Möh- lin	Dotti- kon	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-25	
1. <i>Panicum sanguinale</i> L. . .	7	1	2	1	—	1	6	3	1	11	
2. <i>Setaria viridis</i> (L.) Pal. .	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	
3. <i>Alopecurus agrestis</i> L. . .	87	362	4	5	53	67	252	69	17	458	
4. <i>Agrostis Spica venti</i> L. . .	95	39	50	3	83	31	50	17	6	187	
5. <i>Poa annua</i> L.	12	11	55	7	6	32	8	32	7	85	
6. <i>Poa trivialis</i> L.	2	43	47	4	57	20	7	2	10	96	
7. <i>Juncus bufonius</i> L. . . .	—	12	26	—	8	—	11	7	12	38	
8. <i>Rumex obtusifolius</i> L. . .	—	—	—	2	—	2	—	—	—	2	
9. <i>Rumex Acetosella</i> L. . . .	—	1	—	1	—	—	—	1	1	2	
10. <i>Rumex Acetosa</i> L.	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	
11. <i>Polygonum aviculare</i> L. . .	1	45	5	—	1	5	6	20	19	51	
12. <i>Polygonum Persicaria</i> L. .	3	1	—	2	1	—	3	1	1	6	
13. <i>Polygonum lapathifolium</i> L.	—	—	—	3	—	—	3	—	—	3	
14. <i>Polygonum mite</i> Schrank .	—	8	—	—	—	—	—	7	1	8	
15. <i>Polygonum Hydropiper</i> L.	—	—	14	—	10	1	2	1	—	14	
16. <i>Polygonum Convolvulus</i> L.	1	8	—	2	—	2	2	1	6	11	
17. <i>Chenopodium polysp.</i> L. . .	1	388	18	68	21	87	198	108	61	475	
18. <i>Chenopodium album</i> L. . .	17	82	180	49	132	36	52	65	43	328	
19. <i>Stellaria media</i> (L.) Vill. .	3	4	25	4	19	2	3	8	4	36	

Name der Art:	Pro ½ m ² bis 25 cm Tiefe in:				Zusammen: (2 m ² Oberfläche)					
	Ram- sen	Wind- lach	Möh- lin	Dotti- kon	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-25
20. Cerastium glom. Thuill. . .	—	3	—	7	—	—	4	—	6	10
21. Cerastium caespitos. Gilib.	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1
22. Sagina procumbens L. . .	—	44	67	—	28	10	27	12	34	111
23. Arenaria serpyllifolia L. .	2	1	—	1	1	—	2	—	1	4
24. Ranunculus arvensis L. . .	—	22	—	—	2	11	6	3	—	22
25. Papaver Rhoeas L.	26	26	—	—	2	5	32	9	4	52
26. Fumaria officinalis L. . .	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1
27. Sinapis arvensis L.	—	2	—	—	—	—	—	2	—	2
28. Raphanus Raphanistrum L.	1	—	1	—	—	—	1	—	1	2
29. Cardamine pratensis L. . .	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1
30. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus	1	1	—	—	—	1	—	—	1	2
31. Erophila verna (L.) E. Meyer	13	16	1	2	1	4	10	10	7	32
32. Arabid. Thal. (L.) Heynh.	3	35	25	3	6	7	17	26	10	66
33. Alchemilla arv. L. Scop. . .	7	7	—	—	1	4	1	5	3	14
34. Trifolium pratense L. . . .	—	—	14	—	—	11	—	2	1	14
35. Trifolium repens L.	2	4	19	—	1	4	8	5	7	25
36. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	15	8	11	—	10	4	10	7	3	34
37. Vicia tetrasp. (L.) Mönch .	—	—	3	—	—	—	3	—	—	3
38. Vicia sativa L.	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1
39. Geranium dissectum L. . . .	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1
40. Hypericum perforatum L. . .	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1
41. Viola tricolor L.	2	1	—	—	—	—	—	3	—	3
42. Anagallis arvensis L. . . .	3	15	10	2	9	1	4	9	7	30
43. Myosotis arvensis (L.) Hill	38	4	40	2	24	43	5	8	4	84
44. Linaria minor (L.) Desf. . .	1	—	—	1	—	—	—	1	1	2
45. Veronica arvensis L.	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1
46. Veronica Tournef. Gmelin	1	1	—	—	1	1	—	—	—	2
47. Veronica hederifolia L. . . .	—	8	2	3	2	5	—	3	3	13
48. Plantago major L.	—	4	—	—	—	1	2	1	—	4
49. Plantago intermedia Gil. . .	—	—	5	—	1	1	1	2	—	5
50. Galium Aparine L.	—	—	1	1	—	—	2	—	—	2
51. Valerianella dentata (L.) Pol.	1	—	—	—	—	1	—	—	—	1
52. Gnaphalium uliginos. L. . . .	—	—	2	—	—	1	1	—	—	2
53. Matricaria Chamom. L. . . .	20	3	246	—	147	15	36	50	21	269
54. Senecio vulgaris L.	1	—	7	6	2	—	6	3	3	14
55. Taraxacum officin. Weber	11	2	4	5	3	4	4	7	4	22
56. Sonchus asper (L.) Hill . . .	1	1	5	2	3	1	1	2	2	9
Total	380	1216	890	189	635	422	790	513	315	2675

Bei Zusammenfassung der im Boden der *Winterweizenfelder* gekeimten Unkrautsamen in biologische Gruppen ergeben sich umstehende Resultate:

In 2 m² Fläche und bis zu 25 cm Tiefe enthaltene keimfähige Unkrautsamen, bzw. aufgegangene Unkrautkeimlinge

Unkrautgruppen	Anzahl Samen- resp. Pflanzenarten:		Anzahl der gekeimten Samen:							
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent						
1. Samenunkräuter:										
a) Annuelle . . .	26	46	46,50	82,20	1353	2410	35,80	89,90		
b) Winterannuelle	18		32,20						959	3,60
c) Zweijährige . .	2		3,50						98	
2. Mehrjährige Bodenständige										
	4		7,10		29		1,80			
3. Mehrjährige Wurzelwandernde										
	6		10,70		236		8,30			
Total	56		100,00		2675		100,00			

3. Anzahl der keimfähigen Unkrautsamen, bzw. der aufgegangenen Unkrautkeimlinge im Boden von Winterroggenfeldern der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Name der Art:	Pro ½ m ² bis 25 cm Tiefe in:				Zusammen: (2 m ² Oberfläche) Tiefe in cm						
	Ram- sen	Wind- lach	Möh- lin	Dotti- kon	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-25	
1. Equisetum arvense L. . . .	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	
2. Setaria glauca (L.) Pal. . .	—	—	—	14	6	4	3	1	—	14	
3. Alopecurus agrestis L. . . .	58	41	3	—	24	34	44	6	3	111	
4. Agrostis Spica venti L. . . .	12	—	86	—	40	4	14	21	19	98	
5. Poa annua L.	9	3	13	12	17	—	8	6	6	37	
6. Poa trivialis L.	8	24	6	32	10	15	20	15	10	70	
7. Juncus bufonius L.	—	—	35	2	4	8	5	6	14	37	
8. Rumex obtusifolius L. . . .	—	—	2	—	—	—	—	—	2	2	
9. Rumex Acetosella L. . . .	—	—	3	—	3	—	—	—	—	3	
10. Polygonum aviculare L. . . .	3	3	5	61	9	12	22	29	—	72	
11. Polygonum Persicaria L. . . .	—	7	4	1	7	1	—	2	2	12	
12. Polygonum lapathifol. L. . . .	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	
13. Polygonum Hypopiper L. . . .	—	—	57	2	—	1	2	28	28	59	
14. Polygonum Convulvulus L. . . .	11	49	—	2	1	5	23	25	8	62	
15. Chenopodium polysp. L. . . .	1	365	31	6	10	100	135	95	63	403	
16. Chenopodium album L. . . .	45	27	116	26	22	32	35	53	72	214	
17. Stellaria media (L.) Vill. . . .	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1	
18. Sagina procumbens L. . . .	—	—	20	—	4	12	1	1	2	20	
19. Arenaria serpyllifolia L. . . .	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1	
20. Ranunculus repens L. . . .	—	1	5	—	1	1	—	2	2	6	
21. Papaver Rhoëas L.	1	1	2	—	—	—	2	1	1	4	
22. Papaver dubium L.	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	
23. Fumaria officinalis L. . . .	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	
24. Sinapis arvensis L.	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1	
25. Raphanus Raphanistrum L. . . .	1	—	2	—	1	1	1	—	—	3	

Name der Art:	Pro $\frac{1}{2}$ m ² bis 25 cm Tiefe in:					Zusammen: (2 m ² Oberfläche)				
	Ram- sen	Wind- lach	Möh- lin	Dotti- kon	0-5	Tiefe in cm				
					0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-25
26. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus	—	—	2	—	—	—	—	1	1	2
27. Erophila verna (L.) E. Meyer	1	5	—	1	2	2	2	1	—	7
28. Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.	1	6	19	—	6	5	4	6	5	26
29. Alchemilla arvensis (L.) Scop.	1	16	1	—	14	2	1	1	—	18
30. Trifolium repens L.	—	—	3	—	—	—	—	—	3	3
31. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	2	19	9	—	19	6	2	2	1	30
32. Vicia tetrasperma (L.) Mönch	—	—	7	—	—	—	—	5	2	7
33. Vicia sativa L.	2	—	—	1	1	1	1	—	—	3
34. Viola tricolor L.	—	1	1	—	1	—	—	1	—	2
35. Anagallis arvensis L.	4	—	1	7	1	—	8	2	1	12
36. Convolvulus arvensis L.	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1
37. Myosotis arvensis (L.) Hill	1	—	8	4	1	—	6	3	3	13
38. Verbena officinalis L.	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1
39. Prunella vulgaris L.	—	5	—	1	—	1	1	3	1	6
40. Galeopsis Tetrahit L.	—	—	—	26	1	6	12	7	—	26
41. Lamium purpureum L.	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1
42. Mentha arvensis L.	—	—	17	—	16	—	—	1	—	17
43. Linaria Elatine (L.) Miller	—	—	—	5	—	—	3	2	—	5
44. Veronica Tournefortii Gmelin	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1
45. Veronica hederifolia L.	—	1	12	9	—	5	11	5	1	22
46. Veronica agrestis L.	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1
47. Plantago major L.	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1
48. Plantago intermedia Gil.	1	—	30	—	2	1	8	20	31	31
49. Gnaphalium uliginosum L.	—	—	4	—	2	1	—	—	1	4
50. Matricaria Chamomilla L.	—	—	129	—	46	4	21	26	32	129
51. Senecio vulgaris L.	—	1	1	1	2	1	—	—	—	3
52. Lapsana communis L.	—	—	3	—	—	1	1	1	1	3
53. Taraxacum offic. Weber	7	—	5	1	1	2	5	1	4	13
54. Sonchus asper (L.) Hill	—	—	7	2	1	1	1	2	4	9

Total 173 578 651 229 276 269 398 372 316 1631

Die aufgegangenen Unkrautkeimlinge in biologische Gruppen zusammengefasst, ergeben bei den *Winterroggenfeldern* folgendes Bild:

In 2 m² Fläche und bis zu 25 cm Tiefe enthaltene keimfähige Unkrautsamen, bzw. aufgegangene Unkrautkeimlinge

Unkrautgruppen	Anzahl Samen- resp. Pflanzenarten:		Anzahl der gekeimten Samen:				
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent			
1. <i>Samenunkräuter:</i>							
a) Annuelle . . .	23	41	1124	68,90			
b) Winterannuelle	17				42,60	350	21,50
c) Zweijährige . .	1				1,80	13	0,80
2. <i>Mehrjährige Bodenständige</i>	4	7,40	22	1,30			
3. <i>Mehrjährige Wurzelwandernde</i>	9	16,70	122	7,50			
Total	54	100,00	1631	100,00			

Anschliessend lassen wir auch noch die Ergebnisse unserer Untersuchungen nach der S c h e w e l e w ' s c h e n Bromoform-Aethermethode folgen:

Unkrautsamengehalt im Ackerboden eines Roggenfeldes in Windlach der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Samenart resp. Unkrautart:	Anzahl Samen (Summe zweier Analysen) berechnet auf eine Fläche von ½ m ² :			
	in 0-20 cm Tiefe	in 20-40 cm Tiefe	in 40-60 cm Tiefe	in 0-60 cm Tiefe
1. <i>Alopecurus agr. L.</i> . .	1350	225	150	1725
2. <i>Poa trivialis L.</i> . . .	150	—	—	150
3. <i>Phalaris arund. L.</i> . .	75	375	—	450
4. <i>Polygonum spec.</i> . . .	—	75	—	75
5. <i>Polygonum Pers. L.</i> . .	75	—	—	75
6. <i>Polyg. Convol. L.</i> . . .	975	600	150	1725
7. <i>Chenopod. album L.</i> . .	1800	1950	975	4725
8. <i>Stell. med. (L.) Vill.</i>	225	300	—	525
9. <i>Ranunculus arv. L.</i> . .	300	—	225	525
10. <i>Trifolium repens L.</i> . .	75	75	—	150
11. <i>Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray</i>	450	150	150	750
12. <i>Myos. arv. (L.) Hill</i>	975	750	—	1725
13. <i>Veronica hederif. L.</i> . .	1050	225	225	1500
14. <i>Centaurea Cyanus L.</i>	150	—	—	150
15. unbekannte Zwiebeln	600	150	—	750
16. unbekannte Samen	3525	2100	1500	7125
Total	11775	6975	3375	22125

4. Anzahl der keimfähigen Unkrautsamen, bzw. der aufgefundenen Unkrautkeimlinge im Ackerboden der verbesserten Dreifelderwirtschaft an verschiedenen Orten und in verschiedener Tiefe

Kulturart und Bodentiefe:	Pro ½ m² Fläche			Pro 2 m² Fläche	
	Ramsen	Windlach	Möhlín	Dottikon	Zusammen:
1. Kartoffeln:					
0—5 cm	29	65	269	116	479
5—10 cm	87	123	260	259	729
10—15 cm	78	158	558	117	911
15—20 cm	56	204	433	209	902
20—25 cm	19	74	807	131	1031
					4052
2. Winterweizen:					
0—5 cm	91	75	442	27	635
5—10 cm	91	212	89	30	422
10—15 cm	122	495	129	44	790
15—20 cm	67	271	135	40	513
20—25 cm	9	163	95	48	315
					2675
					8358
3. Winterroggen:					
0—5 cm	31	61	149	35	276
5—10 cm	33	139	54	43	269
10—15 cm	57	194	71	76	398
15—20 cm	34	120	163	55	372
20—25 cm	18	64	214	20	316
					1631
4. Total:					
0—5 cm	151	201	860	178	1390
5—10 cm	211	474	403	332	1420
10—15 cm	257	847	758	267	2099
15—20 cm	157	595	731	304	1787
20—25 cm	46	301	1116	199	1662
					auf 6 m²
					auf 1½ m²
					auf 1 m²

Im Ackerboden der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz lagern nach unseren Untersuchungen grosse Mengen von Unkrautsamen, wenn auch nicht in dieser Anzahl wie sie von Malzew, Schewelow und Korsmo in den von ihnen untersuchten Gebieten vorgefunden worden sind. Interessant ist aber bei uns vor allem der Vergleich des nach der Bromoformmethode vorgefundenen absoluten Unkrautsamengehaltes des Ackerbodens und der darin während 3 Jahren ausgekeimten Unkrautsamenzahl eines Roggenfeldes von Windlach. Wenn die betreffenden Bodenproben auch nicht im gleichen Jahre und aus den gleichen Aeckern genommen worden sind, so zeigt uns der Vergleich doch, dass der Gesamt-samengehalt ein Vielfaches desjenigen der keimfähigen Samen des Ackerbodens beträgt (nämlich in Windlach im Roggenfeld bis zu 20 cm Tiefe = $11'775 : 514 = 22,9$ fache). Wenn auch bei den Unkrautsamen mit einer relativ geringen natürlichen Keimfähigkeit gerechnet werden muss, so scheint auf Grund dieser Ergebnisse die Zerstörung der Keimfähigkeit der im Ackerboden gelagerten Unkrautsamen durch chemische, physikalische und biologische Einflüsse doch intensiv zu sein, worüber uns auch die Ergebnisse Weh-sar-gs (s. S. 214—215) orientieren. Der Landwirt wird also im Kampfe gegen das Unkraut weitgehend von der Natur unterstützt.

Die beste Vorstellung über den Umfang der im Ackerboden gelagerten Unkrautsamen vermittelt uns der Vergleich einer normalen Hafersaat von 1200 gr pro Are mit rund 400 Körnern pro Quadratmeter mit dem Unkrautsamengehalt des Ackerbodens. Auf Grund obiger Ergebnisse beträgt bis zu einer Tiefe von 20 cm der Gesamtunkrautsamengehalt beinahe das 60fache und der Gehalt der in 3 Jahren aufgelaufenen Unkrautsamen das Zwei- bis Dreifache der Hafersaat. Diese Daten lassen uns deutlich die Grösse der Art-erhaltungskraft der Unkrautarten und ihrer Uebermacht gegenüber den Kulturpflanzen erkennen, und sie erklären uns das beständige siegreiche Bestehen des Konkurrenzkampfes der Ackerunkrautarten gegenüber den Kulturpflanzen und der Ackerkultur.

Im Ackerboden der Dreifelderwirtschaft herrscht auch ein deutliches Vorwalten der keimfähigen *Samen der Samenunkräuter*. Es ergeben sich hier im Mittel aller untersuchten Felder nachstehende Daten:

In 2 m² Fläche und bis zu 25 cm Tiefe enthaltene keimfähige Unkrautsamen, bzw. aufgegangene Unkrautkeimlinge

Unkrautgruppen	Anzahl Samen- resp. Pflanzenarten:		Anzahl der gekeimten Samen:	
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent
1. Samenunkräuter:				
a) Annuelle . . .	27	42,30	1499	53,90
b) Winterannuelle	18	28,10	684	24,50
c) Zweijährige . .	2	3,10	64	2,30
	47	73,50	2247	80,70
2. Mehrjährige Bodenständige	7	10,90	97	3,50
3. Mehrjährige Wurzelwandernde . . .	10	15,60	442	15,80
Total	64	100,00	2786	100,00

Von Interesse ist für uns weiterhin der Gehalt an keimfähigen Unkrautsamen der einzelnen von uns untersuchten Tiefenschichten. Wie unsere Untersuchungen mittelst der Bromoform-Aethermethode ergaben, nimmt der Gesamtunkrautsamengehalt in Tiefen von über 40 cm beträchtlich ab und beträgt darnach nur mehr $\frac{1}{4}$ desjenigen der obersten 20 cm. Die Versuche von Putensen⁽²⁰⁷⁾ und Snell⁽²³²⁾ zeigten, dass der Gehalt des Ackerbodens an keimfähigen Unkrautsamen schon unter 25–30 cm Tiefe gering ist; denn durch das Pflügen werden die auf die Oberfläche ausgestreuten Samen maximal in diese Tiefen gebracht. In grösseren Bodentiefen, unter der Pflugsohle, sammeln sich im Laufe der Zeit wohl durch Tiere u. a. m. hinuntergebrachte Unkrautsamen zu einem gewissen Vorrat an, bleiben hier unter normalen Verhältnissen liegen und fallen der natürlichen Zersetzung anheim. Werden diese unter besonderen Umständen noch an die Oberfläche gebracht, so sind sie infolge ihres Alters und der fortgeschrittenen Zersetzung meist nicht mehr keimfähig.

Bei den von uns untersuchten Kartoffelfeldern nimmt der Gehalt an keimfähigen Unkrautsamen in der Ackerkrume mit zunehmender Tiefe zu, weil hier die während der vorausgegangenen Getreidekultur auf die Oberfläche ausgestreuten Unkrautsamen in diese tieferen Schichten untergepflügt werden. Die Weizenfelder weisen dagegen am meisten keimfähige Unkrautsamen an der Oberfläche und bis 20 cm Tiefe auf, namentlich in 10–15 cm Tiefe. Diese Bodentiefen entsprechen der allgemeinen Tiefe des Saatpflü-

gens des Weizens. Im Boden der Roggenfelder keimten am meisten Samen unter 10 cm Tiefe, weil sich hier in diesen Erdschichten die bei der Weizenernte auf die Oberfläche ausgestreuten Samen durch Unterpflügen ansammeln.

Besonders beachtenswert ist für uns der Gesamtgehalt an keimfähigen Unkrautsamen der Ackerkrume der einzelnen untersuchten Kulturfelder.

Weitaus am meisten keimfähige Unkrautsamen lagern in der Ackerkrume der *Kartoffelfelder*. Augenfällig ist dabei namentlich die Zunahme gegenüber den untersuchten Roggenfeldern, weil es hier die gleichen Ackerböden betrifft. Von der Roggenernte (Entnahme August des Vorjahres unmittelbar nach der Ernte) bis zur Kartoffelpflanzung (Entnahme im April des folgenden Jahres) muss hier während der Vegetationsruhe eine bedeutende Zunahme der im Boden gelagerten keimfähigen Unkrautsamen erfolgt sein.

Wie können diese Verhältnisse nun erklärt werden? Die Beantwortung dieser Frage verlangt in erster Linie die Feststellung der quantitativen Veränderung der einzelnen Unkrautsamenarten. Hierbei konnten folgende Zahlen aus unseren vier örtlich verschiedenen Erhebungen ermittelt werden:

Name der Art:	Zunahme der keimfähigen Unkrautsamen im Ackerboden vom Sommer nach der Ernte (Roggenbau) bis Frühjahr vor der Saat (Kartoffelbau):	
	Absolut	in Prozent
1. <i>Alpecurus agrestis</i> L.	38	34,20
2. <i>Poa trivialis</i> L.	23	32,90
3. <i>Juncus bufonius</i> L.	69	186,00
4. <i>Chenopodium album</i> L.	95	23,00
5. <i>Sagina procumbens</i> L.	541	2705,00
6. <i>Arabidopsis Thaliana</i> (L.) Heynh.	56	215,40
7. <i>Trifolium pratense</i> L.*)	28	—
8. <i>Trifolium repens</i> L.	149	479,00
9. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray . .	139	463,00
10. <i>Anagallis arvensis</i> L.	39	325,00
11. <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill . . .	35	269,00
12. <i>Ajuga reptans</i> L.*)	19	—
13. <i>Linaria spuria</i> (L.) Miller*) . .	18	—
14. <i>Linaria Elatine</i> (L.) Miller . . .	47	940,00
15. <i>Plantago major</i> L.	48	480,00
16. <i>Plantago lanceolata</i> L.*)	16	—
17. <i>Galium Aparine</i> L.*)	11	—

Name der Art:	Zunahme der keimfähigen Unkrautsamen im Ackerboden vom Sommer nach der Ernte (Roggenbau) bis Frühjahr vor der Saat (Kartoffelbau):	
	Absolut	in Prozent
18. <i>Matricaria Chamomilla</i> L.	795	616,00
19. <i>Chrysanthemum Leucanth.</i> L. *)	31	—
20. <i>Taraxacum officinale</i> Weber	53	408,00
21. <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	45	500,00
22. <i>Sonchus arvensis</i> L. *)	29	—
23. Verschiedene	97	—
Total	2421	148,60

*) diese Samenarten keimten im Boden der Roggenfelder nicht.

Zunächst liegt hier die Vermutung nahe, dass die Zunahme des Gehaltes der Ackerkrume der Kartoffelfelder an keimfähigen Unkrautsamen auf Anfliegen oder Einschleppung durch Tiere u. a. m. beruht. Diesbezügliche Versuche Snells⁽²³²⁾ haben aber gezeigt, dass die Menge der anfliegenden Unkrautsamen im allgemeinen gering ist. Darnach kann eine Zunahme von beinahe 150 % keineswegs durch diese Ursache bedingt worden sein. Ausserdem kann eine Erklärung der Zunahme der keimfähigen Samen der Kartoffelfelder in der allmählichen Beendigung der Keimruhe der während der Getreidekultur in der Ackerkrume eingelagerten Unkrautsamenarten gesucht werden. Diese Erklärungsweise wird aber durch die Ueberlegung, dass in den Keimkasten während einer dreijährigen Keimzeit die gleichen Keimungsverhältnisse auch bei den in der Ackerkrume der Roggen- und Weizenfelder eingelagerten Unkrautsamen eintreten und einen allgemeinen Ausgleich der Keimergebnisse der drei Kulturfelder bedingen müssten, entkräftet. Unter diesen Umständen muss in dritter und letzter Linie die Zunahme der Menge der keimfähigen Unkrautsamen der Kartoffelfelder allein auf Kulturmassnahmen des Menschen zurückgeführt werden.

Das Nächstliegende ist die *Verschleppung* der Unkrautsamen mit *Stallmist* auf die Kartoffelfelder. Die Kartoffelfelder der Dreifelderwirtschaft werden nach unseren Erhebungen fast ausschliesslich mit Stallmist gedüngt. Dabei werden starke bis sehr starke Stallmistgaben (pro Hektar bis 360 q) verabreicht.

Die von uns untersuchten Ackerfelder wurden folgendermassen gedüngt:

Felder:	Winterweizenfelder	Winterroggenfelder	Kartoffelfelder
1. Feld Ramsen:			
a) Stallmistdüngung pro Hektar .	220 q	Gülle: 30 hl	330 q
b) Unkrautsamengehalt pro $\frac{1}{2}$ m ² und 25 cm Tiefe	380	173	269
c) Zu- od. Abnahme des Unkrautsamengehaltes gegenüber der Vorfrucht	+ 111	— 207	+ 96
2. Feld Windlach:			
a) Stallmistdüngung pro Hektar .	220 q	leichte Gabe	250 q
b) Unkrautsamengehalt pro $\frac{1}{2}$ m ² und 25 cm Tiefe	1216	578	624
c) Zu- oder Abnahme des Unkrautsamengehaltes gegenüber der Vorfrucht	+ 592	— 638	+ 46
3. Feld Möhlin:			
a) Stallmistdüngung pro Hektar .	keine Stallmistdüngung	keine Stallmistdüngung	360 q
b) Unkrautsamengehalt pro $\frac{1}{2}$ m ² und 25 cm Tiefe	890	651	2327
c) Zu- oder Abnahme des Unkrautsamengehaltes gegenüber der Vorfrucht	— 1437	— 239	+ 1676
4. Feld Dottikon:			
a) Stallmistdüngung pro Hektar .	keine Stallmistdüngung	140 q	220 q
b) Unkrautsamengehalt pro $\frac{1}{2}$ m ² und 25 cm Tiefe	189	229	832
c) Zu- oder Abnahme des Unkrautsamengehaltes gegenüber der Vorfrucht	— 643	+ 40	+ 603

Diese Ergebnisse lassen deutlich erkennen, dass bei Stallmistdüngung der Ackerfelder auch eine Zunahme der Menge der keimfähigen Unkrautsamen der Ackerkrume festzustellen ist, die sich mit der Stärke und der Dauer der Stallmistdüngung steigert. Die allgemein festgestellte Vermehrung der keimfähigen Unkrautsamen der Kartoffelfelder muss somit auf eine Verschleppung von Unkrautsamen mit Stallmist zurückgeführt werden. Diese Erklärung erscheint uns um so wahrscheinlicher, wenn wir uns daran erinnern, dass die Stallmistdüngung der Kartoffelfelder im Vorwinter

oder im frühen Frühjahr vor dem Winter- und Saftpflügen der Kartoffelfelder erfolgt, also zu einer Zeit wo auch in unserer Dreifelderwirtschaft keine oder nur geringe Vorräte an verrottetem Stalldünger vorhanden sind. Zur Düngung wird dann vielfach frischer oder wenig verrotteter *Winterstallmist* verwendet. Wie die folgenden Versuche zeigen, können mit Stallmist grosse Mengen von Unkrautsamen auf die Felder gebracht werden.

Dünger- art:	Nach Korsmo (¹²⁹)		Nach Dorph-Petersen u. Holm- gaard (⁴⁸) (zit. n. Korsmo)				Nach Feilitzen (⁶³) (zitiert nach Korsmo)					
	frischer Dünger	ver- gorener Dünger	frischer Dünger	ver- gorener Dünger	Anzahl aufgelaufener Unkrautpflanzen in 100 kg Dünger:		Pro Fuhre (1 ha = 150 Fuhren) waren folgende Mengen Unkrautsamen enthalten:		Sommer- dünger	Winter- dünger		
	Probenzahl	Unkrautsamen pro 100 kg	Probenzahl	Unkrautsamen pro 100 kg	Probenzahl	Pflanzenzahl	Probenzahl	Pflanzenzahl	frisch	vergoren	frisch	vergoren
1. Kuh- dünger .	29	885	27	814	52	994	38	737	17600	3200	7600	2000
2. Pferde- dünger .	15	1500	13	544	79	722	68	698	6000	3600	3200	400

Diese Resultate führen uns deutlich die Gefahr der Verunkrautung der Felder durch Stallmistdüngung, namentlich bei Verwendung von *frischem Mist*, vor Augen. Unsere praktischen Landwirte kennen allgemein diese Gefahr und sind bestrebt, wie aus ihren Antworten auf unsere diesbezüglichen Fragen hervorgeht, durch Verwendung von nur geälgertem Dünger die Unkrautsamenverschleppung durch Stallmist auf das Getreideland zu verhüten. Wir lassen hier einige entsprechende Antworten der Praxis folgen. So schreibt man uns von *Ramsen* (Schaffhausen):

«Es kommt auf den Gärungsgrad des Mistes an. Nach frischer Stallmistgabe in einem Kartoffelacker keimten mir sogar Wiesengräser und alle Ackerunkräuter, weshalb ich nie frischen Mist auf Getreideäcker bringe. Besonders verheerend wirkt frischer Mist von Getreidegülle, welcher nur gut heiss vergärt auf gut geschlossene Dauerwiesen gebracht werden soll. Auch die Gülle ist ein Unkrautvermehrter, besonders wenn sie stark mit Kot vermischt ist. Hier habe ich schon grausige Funde gemacht. Vermeidung von dicker Gülle für Getreide.»

Ein anderer Landwirt von *Schleitheim* (Schaffhausen) sagt darüber:

«Wenn überständiges Heu verfüttert wird, und dieser Mist auf Aecker geführt wird, so keimen diese Samen von Gräsern und sind über Sommer fast nicht wegzubringen.»

Ein Landwirt von *Windlach* (Zürich) ist folgender Meinung:

«Durch den Mist von unkrautfreiem Stroh halte ich eine Verbreitung von Unkräutern für unmöglich. Dagegen glaube ich, dass eine solche stattfindet, wenn verunkrautetes Getreide nicht ganz gut ausgedroschen ist, und der Mist in frischem Zustande verwendet wird. Ist der Mist gut verrottet, ist die Gefahr jedenfalls auch nicht gross. Im Miststock keimt gewiss der meiste Samen und vermodert.»

Aus *Hettlingen* (Zürich) wird geschrieben:

«Habe beobachtet, dass die meisten Unkräuter durch Stallmist verbreitet werden, wenn nicht ein extra Augenmerk beim Dreschen auf den Kot und Staub der Maschinenabfälle gelegt wird. Sowie durch das Einstreuen solcher unkrautvermischter Dreschabfälle. Durch Strohmist aus guten Beständen selten. Als Unkrautverschlepper fürchte am meisten den Streumist (Rielstreue) im Ackerfeld.»

Aehnlich lautende Antworten aus der Praxis sind uns noch viele zugegangen. Die oben angeführten mögen zur Illustrierung der diesbezüglichen Meinung des praktischen Landwirts dienen.

Andererseits wird eine Stallmistdüngung durch Zufuhr und Vermehrung von organischer Substanz und somit durch Anregung der Tätigkeit und Vermehrung der Bodenbakterien, namentlich der Zellulose- und Pektinvergärer aber auch die Zersetzung der im Boden gelagerten Unkrautsamen sekundär fördern. Auf diese Ursache darf z. T. auch die Abnahme der keimfähigen Unkrautsamen im Boden der untersuchten Weizenfelder und namentlich der Roggenfelder zurückgeführt werden.

Die Untersuchungsergebnisse von Korsmo⁽¹²⁰⁾, Feilitzen⁽⁶³⁾ und Dorph-Petersen und Holmgaard⁽⁴⁸⁾ zeigen ihrerseits, dass die keimfähigen Unkrautsamen im Stallmist bei längerer Lagerung zugrunde gehen, und der Gehalt an keimfähigen

Unkrautsamen im verrotteten Mist bedeutend geringer ist als im frischen. Einerseits wird die Zerstörung der Keimfähigkeit der Unkrautsamen im Düngerhaufen durch die relativ hohe Temperatur, die nach Hansen u. Günther ⁽³⁵⁾ [zitiert nach Wehsarg ^(259, Heft 294)] bis zu 67° C, nach den Versuchen von Dorph-Petersen und Holmgard ⁽⁴⁸⁾ bis zu 54° C (in gewöhnlichen Düngerhaufen 50—60—70° C) betragen kann, bedingt werden. Andererseits ist aber die Vernichtung der Keimfähigkeit und überhaupt der Unkrautsamen im Düngerhaufen auf die Tätigkeit von Bakterien, namentlich der Pektin- und Zellulosevergärer zurückzuführen, wie Versuche von A. Koch ⁽¹²⁴⁾, und vor allem von L. Hiltner ⁽⁹²⁾ mit Leguminosensamen ergaben.

Versuche über die Zerstörung der Keimfähigkeit der Unkrautsamen bei Lagerung im Düngerhaufen wurden von den verschiedensten Autoren ausgeführt, so von Larsen ⁽¹⁴⁴⁾, Schindler ⁽²²³⁾, Fruwirth ⁽⁷²⁾, Pammel und King [zitiert nach Wehsarg ^(259, Heft 294)], Zoebel ⁽²⁶⁶⁾, Wehsarg ^(259, Heft 294) u. a. m., vor allem aber durch Dorph-Petersen und Holmgard ⁽⁴⁸⁾. Die Versuche letzterer, die in den Jahren 1917 bis 1921 und 1923—1927 von der Staatlichen Samenkontrolle in Kopenhagen und den Staatlichen Versuchsstationen Aarslev und Lyngby durchgeführt wurden, ergaben, dass im Innern und an der Oberfläche von Sommerdünger, bzw. im Sommer bei einer durchschnittlichen innern Gärtemperatur von 22—47° C alle darin während einer relativ kurzen Zeit (72—80 Tage) gelagerten Unkrautsamen ihre Keimfähigkeit verloren haben.

Weniger intensiv war die Zerstörung der Keimfähigkeit der Unkrautsamen bei Winterdünger, bzw. bei im Winter in Düngerhaufen während 16—72 Tagen und bei einer inneren Gärtemperatur von 4—45° C eingelagerten Unkrautsamen. Der Rückgang der Keimfähigkeit im Innern des Düngerhaufens betrug aber auch hier 34 bis 100 %. Bei Samen dagegen, die im Winter an der Oberfläche des Düngerhaufens lagerten, war die Zerstörung der Keimfähigkeit im allgemeinen weniger intensiv und betrug z. T. bloss 35—44 %. Wurden die Samen dagegen vor Feuchtigkeit durch Torferde geschützt, so bewahrten sie ihre natürliche Keimfähigkeit an der Oberfläche des Düngerhaufens fast vollständig, der Rückgang betrug hier nur 10 %. Die Verfasser gelangten auf Grund der Ergebnisse

ihrer Versuche zur Ansicht, dass die im Innern des Düngerhaufens bei höherer Temperatur und ungehindertem Zutritt der Feuchtigkeit gelagerten Unkrautsamen nach kürzester Zeit ihre Keimfähigkeit verlieren, währenddem an der Oberfläche der Düngerhaufen gelagerte Unkrautsamen ihre Keimfähigkeit, z. T. wenigstens, bewahren können.

Spätere Versuche der gleichen Autoren zeigten, dass die Bewahrung bzw. die Zerstörung der Keimkraft bei in Düngerhaufen gelagerten Unkrautsamen aber auch von der Lebenskraft der Samen abhängt, und eine spezifische Eigenschaft der Unkrautarten zu sein scheint. Diese Versuche ergaben, dass bei einer Lagerung im Düngerhaufen diejenigen Samenarten ihre Keimfähigkeit am besten bewahren, die eine grössere Anzahl sog. «harter Körner» aufweisen. Die Autoren glauben daher, dass die Fähigkeit der Bewahrung der Keimfähigkeit durch den Bau der Samenschale (dickere Samenschale) bedingt werde, was allerdings die Untersuchungen von L. Hiltner⁽⁹²⁾ nicht bestätigen.

Bei den obigen Versuchen wurden in Mörkhøj, Lyngby und Aarslev je 500 Samen von 14 verschiedenen Pflanzenarten auf der Oberfläche und in $\frac{1}{2}$ m Tiefe von Düngerhaufen während 14 Tagen, 1 Monat und 2 Monaten in Kot eingeknetet, in lose gewobener Leinwand und in Messingdrahtgewebe eingehüllt und in einen mit Dünger gefüllten Drahtbehälter gelegt, gelagert. Die Einlagerung erfolgte vom 5. bis 10. Februar 1923. Die Temperatur der Düngerhaufen betrug während der Lagerung:

Ort:	Maximum °C	Minimum °C	Durchschnitt °C
in Mörkhøj: $\frac{1}{2}$ m tief	47	9	25
in Lyngby: $\frac{1}{2}$ m tief	36	20	—
in Aarslev: $\frac{1}{2}$ m tief	10	0,0	5

Zur Bestimmung und als Maßstab des Keimfähigkeitsrückganges der einzelnen Samenarten bei Lagerung in und auf Düngerhaufen wurden die Keimergbnisse einer am 19. II. 1923 in Erde ausgesäten Samenprobe von ebenfalls 500 Samen jeder Art verwendet. Die Ergebnisse wurden dann beim Vergleich der Keimungsergebnisse als *Standard* betrachtet. Ueber die Einwirkung der Lagerung in und auf dem Düngerhaufen auf die Keimfähigkeit gibt uns die folgende Tabelle Aufschluss:

Gekeimte Samen im Verhältnis zum Standard, Gekeimte Samen in Prozent der verwendeten Samenmenge (500 Samen):
wenn dessen Keimfähigkeit = 100 gesetzt wird:

Name der Art:	Lagerung an der Oberfläche				Lagerung in $\frac{1}{2}$ m Tiefe				Lagerung an der Oberfläche				Lagerung in $\frac{1}{2}$ m Tiefe			
	1 Monat		2 Monate		1 Monat		2 Monate		1 Monat		2 Monate		1 Monat		2 Monate	
	14 Tage	Durchschnitt	14 Tage	Durchschnitt	14 Tage	Durchschnitt	14 Tage	Durchschnitt	14 Tage	Durchschnitt	14 Tage	Durchschnitt	14 Tage	Durchschnitt	14 Tage	Durchschnitt
<i>Chenopod. album</i>	235	176	123	178	52	14	7	24	40	30	21	31	8	2	1	4
<i>Cirsium arvense</i>	149	140	70	120	1	2	1	1	24	23	11	17	—	—	—	0,2
<i>Rumex Acetosella</i>	144	123	85	118	3	1	2	2	18	16	11	15	—	—	—	0,2
<i>Spergula arvensis</i>	135	93	44	91	3	0	1	1	15	10	5	10	—	0	—	0,1
<i>Polyg. lapathifol.</i>	110	91	35	79	25	4	4	11	17	14	5	12	4	1	1	2
<i>Matricaria inodora</i>	102	89	49	80	1	1	1	1	17	15	8	14	—	—	—	0,2
<i>Medicago lupulina</i>	56	51	29	45	32	26	19	26	11	11	6	9	7	5	4	5
<i>Chrysanth. Leuc.</i>	94	60	32	62	6	5	7	6	17	11	6	11	1	1	1	1
<i>Plantago lanceolata</i>	98	76	30	67	—	1	—	—	44	34	12	30	—	—	—	0,2
<i>Sinapis arvensis</i>	79	50	15	48	—	1	0	—	31	23	6	20	—	—	0	0,1
<i>Bromus secalinus</i>	63	54	19	45	2	1	—	1	37	32	11	26	1	1	—	0,6
<i>Daucus Carota</i>	69	45	21	45	1	1	1	1	10	7	3	7	—	—	—	0,1
<i>Papaver Rhoeas</i>	42	42	22	35	1	—	1	—	12	12	6	10	—	—	—	0,1
<i>Centaurea Cyanus</i>	29	27	12	23	0	2	0	1	3	2	1	2	0	—	0	0,1
Durchschnitt	92	73	21	67	7	4	3	4	21	17	8	15	1,7	0,8	0,6	1,0

Auch diese Resultate beweisen, dass im allgemeinen die Samen, die während kurzer Zeit auf der Oberfläche von Düngerhaufen lagerten, *keine* Einbusse in der Keimfähigkeit erlitten. Im Gegenteil zeigten einzelne Samenarten durch Lagerung auf dem Düngerhaufen eine Förderung ihrer Keimfähigkeit. Bei einer Lagerung von 2 Monaten an der Oberfläche der Düngerhaufen sind aber doch im Durchschnitt 80 %, im Mittel aller während 14, 30 und 60 Tagen gelagerten Samen aber nur 33 % der keimfähigen Samen vernichtet worden. Im Mittel aller auf der Oberfläche gelagerten Unkrautsamen keimten nur 15 %.

Bei den in $\frac{1}{2}$ m Tiefe des Düngerhaufens eingelagerten Unkrautsamen ist die Keimfähigkeit auch hier bei den meisten Samenarten schon nach 14tägiger Lagerung fast ganz vernichtet worden. Widerstandsfähiger zeigten sich hier die Samen von *Medicago lupulina* L., *Chenopodium album* L. und *Polygonum lapathifolium* L. em. Koch, deren Keimfähigkeit auch bei tiefer Lagerung im Düngerhaufen praktisch nicht ganz vernichtet wurde und nur einen Rückgang von 74, 76 und 89 % aufweist.

Im Vergleich mit dem Standard beträgt die *durchschnittliche Keimfähigkeit* bei Lagerung im und auf dem Düngerhaufen bei einzelnen Unkrautsamenarten:

Unkrautsamenarten:	In % des Standards
Chenopodium album L.	101,00
Cirsium arvense (L.) Scop.	60,50
Rumex Acetosella L.	60,00
Spergula arvensis L.	46,00
Polygonum lapathifolium L. em. Koch	45,00
Matricaria inodora L.	40,50
Medicago lupulina L.	35,50
Chrysanthemum Leucanthemum L.	34,00
Plantago lanceolata L.	33,50
Sinapis arvensis L.	24,00
Bromus secalinus L.	23,00
Daucus Carota L.	23,00
Papaver Rhoeas L.	17,50
Centaurea Cyanus L.	11,50

Diese Versuche beweisen, dass die Keimfähigkeit einzelner Unkrautsamenarten bei Lagerung im Düngerhaufen z. T. und bei Lagerung an der Oberfläche des Düngerhaufens ganz bewahrt bleiben kann. Die Zerstörung der Keimfähigkeit ist zudem im Sommer

intensiver als im Winter. Und wir werden in unserer Vermutung, dass durch Stallmist und vornehmlich durch *Winterstallmist* der Gehalt an keimfähigen Unkrautsamen der Ackerkrume der Kartoffelfelder der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz angereichert werde, durch die Ergebnisse der Versuche von Dorph-Petersen und Holmgard unterstützt. Auch Volkart⁽²⁵¹⁾ vermutet, dass in der Leventina, im Schanfigg und in Sais Samen der Kleearten (*Trifolium pratense* L. und *Medicago lupulina* L.) mit Stallmist der äusseren Schichten des Düngerhaufens auf das Ackerland verschleppt werden und erklärt damit das massenhafte Auftreten dieser Pflanzenarten auf dem Acker.

Dass mit Gülle keimfähige Samen von *Trifolium repens* L. und *Trifolium pratense* L. auf die Felder gebracht werden, ist eine allgemein bekannte Tatsache. Sie wurde zuerst von Stebler im Jahre 1880 [zitiert nach Volkart⁽²⁵²⁾] bewiesen. Dieser fand pro Kilogramm getrocknetem Bodensatz 11816 Körner Weissklee (62 % keimfähig), 1442 Körner Rotklee (92 % keimfähig), 162 Samen von 7 Futtergräserarten, 110 Samen von 3 minderwertigen Futterpflanzenarten und 466 Unkrautsamen 14 verschiedener Arten. Und aus den bei uns eingegangenen Antworten der praktischen Landwirte der von uns untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft auf die diesbezügliche Frage unserer Erhebung geht auch deutlich hervor, dass der Bauer die Verschleppung der Samen von *Rumex obtusifolius* L., *Chenopodium album* L. und *Vicia hirsuta* L. u. a. m. zum Teil wenigstens auf Stallmist- und Jauchedüngung zurückführt. Unsere Vermutung über die Vermehrung der Unkrautsamen im Ackerboden durch Stallmistdüngung stimmt mit den Beobachtungen des praktischen Landwirts überein, so dass mit Sicherheit angenommen werden kann, dass die Zunahme der keimfähigen Unkrautsamen in den Kartoffel- und z. T. auch in den Weizenfeldern durch Stallmist- und Jauchedüngung bedingt wird.

Der Vergleich der Ergebnisse unserer Untersuchungen über den Gesamtgehalt und über den Gehalt an keimfähigen Unkrautsamen im Ackerboden tut dar, dass viele im Boden gelagerte Unkrautsamen ihre Keimfähigkeit verlieren. Auch die Ergebnisse Wehsarg's Versuche (siehe eingeklammerte Zahlen S. 214—215) lassen uns ähnliche Verhältnisse vermuten. Von Interesse ist daher für



Bild 9. Ruckfeld bei Würenlingen (Kt. Aargau)
Gemengfelder der Dreifelderwirtschaft
Aufnahme der Eidg. Landestopographie



Bild 10. Aufnahme des Dreifeldergebietes von Zurzach (Kt. Aargau)
aus dem Flugzeug. Aufnahme der Eidg. Landestopographie.

Wissenschaft und Praxis, die Intensität der Zerstörung der Keimfähigkeit zu kennen, d. h. die Beantwortung der Frage: «*Wie lange bewahren die Unkrautsamen im Ackerboden gelagert ihre Keimfähigkeit?*»

Die in dieser Richtung durchgeführten Versuche haben allgemein ergeben, dass:

1. auch die Dauer der Bewahrung der Keimfähigkeit der im Boden gelagerten Unkrautsamen eine Arteigenschaft ist und daher innerhalb der Samenarten stark variiert. Wie allgemein angenommen wird, fördern harte Samenschale und Fettgehalt der Samen die Erhaltung der Keimfähigkeit. Nach Korsmo⁽¹²⁹⁾ keimen *Galeopsis*-Arten, die bis 39 % Fett enthalten, schlecht oder nicht, wenn sie nicht längere Zeit in der Erde gelegen haben;
2. die Dauer der Bewahrung der Keimfähigkeit im allgemeinen mit der Tiefe der Lagerung im Boden zunimmt;
3. die Dauer der Keimfähigkeit der im Boden gelagerten Unkrautsamen vom Feuchtigkeitsgehalt des Bodens abhängig zu sein scheint. Trockene Lagerung erhöht infolge gehemmter Bakterien- und Pilztätigkeit und infolge Verhinderung der Reservestofflösung und Auslaugung des Samens die Dauer der Keimfähigkeit;
4. gewisse Samenarten unter Umständen ihre Keimfähigkeit im Boden gelagert längere Zeit besser bewahren als bei Aufbewahrung der Samen in trockenen Räumen mit wechselnder Temperatur;
5. die im Boden gelagerten Unkrautsamen im allgemeinen relativ sehr lange keimfähig bleiben.

Die Frage über die Dauer der Keimfähigkeit der im Ackerboden gelagerten Unkrautsamen wurde von mehreren Autoren einem eingehenden Studium unterworfen, so von Ewart⁽⁶²⁾ (zitiert nach Korsmo und Goss), Beal⁽⁴²⁾ (zitiert nach Goss), Peter⁽²⁰²⁾ (zitiert nach Snell), Rostrup^(214/215), Dorph-Petersen^(45/46), Duvel und Goss⁽⁷⁹⁾, Snell⁽²³²⁾. Kozma⁽¹³¹⁾, Korsmo⁽¹²⁹⁾, Wehsarg⁽²⁵⁸⁾, Osvald⁽¹⁹³⁾ u. a. m.

Auf die Resultate einiger Versuche wollen wir hier noch kurz eintreten.

1899 gruben Rostrup und Dorph-Petersen von *Plantago lanceolata* und *Sinapis arvensis* je 100 Samen in Tontöpfen 30 cm tief in den Boden ein. In den darauffolgenden Jahren wurde immer ein Teil der Samen ausgegraben und auf Keimfähigkeit untersucht, zusammen mit Samen der gleichen Ernte, die in mit Baumwolle verstopften Gläsern in den Räumen der Samenkontrollstation in Kopenhagen aufbewahrt worden waren.

Folgende Tabelle enthält die betreffenden Ergebnisse bis 1910:

Es keimten von:

		Plantago lanceolata		Sinapis arvensis	
Ausgegraben:		Im Zimmer	Im Boden ein-	Im Zimmer	Im Boden ein-
Jahr	Tag	aufbewahrte	eingegrabene	aufbewahrte	eingegrabene
		Samen %	Samen %	Samen %	Samen %
1900	6. 4.	98	35	82	77
1901	10. 4.	94	(13)	91	81
1902	17. 4.	97	40	89	86
1903	18. 5.	94	40	66	64
1904	27. 4.	87	31	50	81
1905	9. 4.	73	23	58	66
1906	22. 4.	42	21	61	94
1907	27. 4.	33	32	54	85
1908	16. 4.	22	30	33	80
1909	13. 5.	0	8	24	87
1910	23. 4.	0	2	21	87

Weitere Versuche von Dorph-Petersen⁽⁴⁶⁾ ergaben, dass die Kulturpflanzen, wie *Secale cereale*, *Avena sativa* und auch *Avena elatior*, *Lolium perenne* und *Agrostemma Githago* ihre Keimfähigkeit schon nach kurzer Zeit im Boden gelagert verlieren, während die weiteren Unkrautsamen noch normal keimten. Die gleichen Resultate konnte auch Duvel^(nach 79) bei seinen Versuchen feststellen. Nach diesen Versuchen verlieren von den Unkräutern ausser *Agrostemma Githago* auch *Bromus secalinus* und *Vaccaria vaccaria* im Boden gelagert die Keimfähigkeit schon nach einem Jahr. Duvel^(nach 79) vergrub 1902 im Boden der Arlington Experiment Farm, Rosslyn, Samenproben von 107 Pflanzenarten. Die Samen wurden in steriler Erde in Blumentöpfen in Tiefen von 8, 22 und 42 Zoll (20,32, 55,90 und 106,67 cm) vergraben. Jedes Jahr, gewöhnlich im Herbst, wurde von jeder Samenart je ein Topf aus jeder Tiefe ausgegraben und die Samen im Glashaus auf ihre Keimfähigkeit geprüft. Nach Goss⁽⁷⁹⁾ zeigten sich bis 1923 bei den vergrabenen Samenarten folgende Keimungsverhältnisse. Die Bewahrung der Keimfähigkeit wuchs mit der Tiefe der Lagerung im Boden.

So entfielen 1923:

27 % aller gekeimten Samen auf die in 8 Zoll Tiefe gelagerten,
 36 % aller gekeimten Samen auf die in 22 Zoll Tiefe gelagerten und
 37 % aller gekeimten Samen auf die in 42 Zoll Tiefe gelagerten.

Von der Gesamtzahl der Keimlinge liefen auf:

1903 = 18 %	1912 = 21 %
1905 = 19 %	1918 = 12 %
1908 = 15 %	1923 = 15 %.

Von 12 Samenarten keimten in allen 6 Untersuchungsjahren Samen der in 8, 22 und 42 Zoll Tiefe gelagerten Samen. Von den Kulturpflanzensamen keimten nach 20jähriger Bodenlagerung nur noch *Nicotiana Tabacum L.* mit 46 % bei 8 Zoll Tiefe gelagert, mit 35,5 % bei 22 Zoll Tiefe gelagert und mit 56 % bei 42 Zoll Tiefe gelagert. Die anderen Kulturpflanzensamen keimten z. T. schon nach einjähriger Lagerung im Boden nicht mehr. *Polygonum scandens L.* keimte erstmals erst 1918 nach 15jähriger, und *Sporobolus cryptandrus (Torr.) A. Gray* am besten erst 1923 mit 74,50 % nach 20jähriger Bodenlagerung. Nach 20jähriger Lagerung im Boden keimten noch unter anderem Samen folgender Arten:

Phalaris arundinacea,	Polygonum Persicaria,
Phleum pratense,	Rumex crispus,
Poa pratensis,	Rumex obtusifolius *).
Chenopodium album,	Trifolium repens,
Chenopodium hybridum,	Convolvulus sepium *),
Brassica nigra,	Nicotana Tabacum *),
Thlaspi arvense,	Solanum nigrum,
Trifolium hybridum,	Plantago major *),
Trifolium pratense,	Carduus arvensis *).

1923 keimten noch von 51 der 107 1902 vergrabenen Samenarten Samen. Goss bemerkt dazu, dass die Keimfähigkeit der Samen der übrigen 56 Arten aber auch nach 20jähriger Bodenlagerung noch keineswegs als unbedingt zerstört zu betrachten ist, wenn diese auch in den letzten Untersuchungsjahren nicht mehr keimten

*) In allen 6 Untersuchungsjahren Samen der 3 Lagertiefen gekeimt.

und verweist dabei auf die Keimungsverhältnisse von *Polygonum scandens*. Es kann sich bei diesen Arten vielleicht nur um einen periodischen Verlust der Keimreife handeln, da die dargebotenen Keimungsbedingungen momentan für die Auslösung der Keimung ungünstige waren. Goss betrachtet auf Grund dieser Versuchsergebnisse das Tiefpflügen von Unkrautsamen zum Zwecke der Unkrautvertilgung als praktisch zwecklos, da die untergepflügten Samen ihre Keimfähigkeit im Boden lange Zeit bewahren und durch nachheriges Pflügen wieder an die Oberfläche zum Keimen gelangen. Besonders sind es nach ihm die Samen der *gemeinsten* Unkrautarten, die ihre Keimfähigkeit bei Bodenlagerung relativ sehr lange bewahren. Auch die Dauer eines Fruchtwechsellurnus findet Goss⁽⁷⁹⁾ als zu kurz, als dass die während dieser Zeit untergepflügten Unkrautsamen ihre Keimfähigkeit verlören.

1912 leitete auch Kozma⁽¹³¹⁾ zum Studium des Verhaltens der Unkrautsamen im Ackerboden in Debreczin auf Sandboden und in Kolozsvár auf Lehmboden je einen entsprechenden Versuch ein. Je 200 Samen 16 verschiedener Unkrautarten wurden mit $\frac{1}{2}$ kg Ackererde vermischt und in unten und oben offenen Glasrahmen jeweils in Tiefen von 8, 15, 30 und 50 cm im Boden vergraben. In bestimmten Zeitintervallen wurde aus jeder Tiefenstufe ein Glasrahmen ausgegraben und die Samen im Laboratorium auf ihre Keimfähigkeit geprüft. Gleichzeitig stellte man zum Vergleich im Laboratorium auch die Keimfähigkeit solcher bei Zimmertemperatur aufbewahrter Samen derselben Arten und der gleichen Ernte fest. Die zuletzt ausgegrabenen Samen waren $4\frac{1}{2}$ Jahre im Ackerboden gelagert. Die Versuche zeitigten folgende Ergebnisse:

Bei *Agrostemma Githago* L. keimten Samen, die tiefer als 8 cm eingegraben wurden, nicht. Die Samen gingen im Boden innerhalb eines Jahres zugrunde. Infolgedessen ist die Gefahr der Verunkrautung des Ackerlandes mit *Agrostemma Githago* durch Ausstreuung der Samen auf das Feld gering und ihre Bekämpfung relativ einfach. *Agrostemma Githago*-Samen gelangen meist mit dem Saatgut aufs Ackerland. Mit den heutigen, technisch vollkommenen Saatgutreinigungsmaschinen kann das Saatgut auch von dieser Samenart vollständig gereinigt werden, so dass *Agrostemma Githago* in der Praxis leicht und intensiv vernichtet werden kann.

Chenopodium album L.-Samen können jahrelang im Boden gelagert ihre Keimfähigkeit bewahren. Und diese erfährt dabei unter Umständen, wie auch bei Lagerung an der Oberfläche von Düngerhaufen noch eine Steigerung. Im Sandboden gingen infolge regerer Bakterientätigkeit mehr Samen zugrunde als im Lehmboden.

Cirsium arvense (L.) Scop. keimte allgemein schlecht. Nach 4½-jähriger Lagerung im Ackerboden blieben 13—14 % der Samen unversehrt, und die Keimungsenergie nahm während der Bodenlagerung zu.

Die Samen von *Daucus Carota* L. zeigten sich bei Bodenlagerung widerstandsfähig. Auch hier war die Zerstörung der Samen in Sandboden intensiver als im Lehmboden. Die Keimfähigkeit wird durch die Bodenlagerung noch gesteigert.

Galium Aparine L.-Samen keimten im allgemeinen nach kurzer Zeit gut. Ihre Keimfähigkeit ging aber im Boden gelagert ziemlich rasch zurück. Nach 1½ Jahren gingen die Früchte zugrunde. Die Keimlinge der in 15 cm Tiefe gelagerten Samen vermochten die Erddecke zu durchbrechen, 30 cm tief gelagert aber nicht mehr.

Polygonum aviculare L.-Samen keimten dagegen langsam. Ihre Keimfähigkeit wird aber nur nach längerer Zeitdauer zerstört. Nach 4½-jähriger Lagerung waren noch rund 33 % der Samen lebensfähig.

Auch die Samen von *Plantago lanceolata* L. keimten schleppend. Sie blieben aber im Boden vergraben während 4½ Jahren keimfähig. Die Keimfähigkeit steigerte sich während der Bodenlagerung noch. Nach dieser Zeit waren noch rund 30 % gesund.

Die Samen von *Raphanus Raphanistrum* L. und *Sinapis arvensis* L. keimten ebenfalls schleppend. *Raphanus Raphanistrum*-Samen erwiesen sich mit Bezug auf die Bodenlagerung als am widerstandsfähigsten. Beide Samenarten wurden im Sandboden intensiver zersetzt als im Lehmboden. Die Keimfähigkeit nahm während der Lagerung im Boden noch zu.

Anders verhielten sich die im Boden eingegrabenen Samen von *Agropyron repens* (L.) Pal. Auch diese keimten schleppend. Sie gingen aber innerhalb 1½ Jahren zum grössten Teil zugrunde.

Auch die Samen von *Vicia striata* M. B. keimten langsam und wiesen viele sog. « harte Körner » auf. Die Keimlinge vermochten

auch im Lehmboden eine 30 cm dicke Erdschicht zu durchbrechen. Aus 50 cm Tiefe vermochten die Keimlinge die Oberfläche allerdings nicht mehr zu erreichen. Diese Samen erhielten sich während 5 Jahren im Sandboden bis zu 12 %, im Lehmboden dagegen nur zu 0,60 % gesund.

Alle diese Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die im Ackerboden gelagerten Unkrautsamen teilweise ihre Keimfähigkeit während relativ längerer Zeit bewahren. Und auch die während einer bestimmten Beobachtungszeit nicht keimenden im Boden gelagerten Unkrautsamen dürfen noch keineswegs ohne weiteres als nicht mehr keimfähig betrachtet werden; denn diese können zur Keimung bei den gebotenen Keimungsbedingungen momentan nicht prädisponiert sein. Es muss sich in ihnen unter Umständen eine physiologische Aenderug vollziehen, um bei den gegebenen Keimungsbedingungen den Zustand der Keimreife zu erlangen und zu keimen. Eine einmalige intensive Verseuchung des Ackerlandes mit bestimmten Unkrautsamen kann unter diesen Verhältnissen eine auf Jahre hin sich erstreckende Verunkrautung der Felder verursachen. Es ist für den praktischen Landwirt auch hier billiger — an Zeit und Geld — vorzubeugen als zu heilen.

Im Vorausgegangenen haben wir die Verhältnisse des Ackerbodens der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz im Gesamtunkrautsamengehalt des Bodens, in seinem Gehalt an lebensfähigen Samen (gemessen an den während dieser Jahre keimenden Unkrautsamen) und in Bezug auf die Dauer der Keimfähigkeit der im Boden gelagerten Samen dargestellt. Zur Vervollständigung des Bildes gehört ausserdem die Feststellung der Anzahl und der Art der während der Vegetationszeit auf dem Felde keimenden Unkrautsamen. Dieser Forderung sind wir durch die auf den untersuchten Ackerfeldern in den Sommern 1926 und 1928 durchgeführten Unkrautbestandesaufnahmen nach der Stichprobenmethode (s. S. 56) gerecht geworden. Es wurden jeweils an 4 bis 5 Stellen der einzelnen Felder die Unkrautpflanzen auf einer Fläche von 1 m² sorgfältig ausgezogen oder ausgegraben, in Papiersäcke verpackt und im Laboratorium der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon ausgezählt. Nachstehend lassen wir die Ergebnisse dieser Analysen folgen:

1. Unkrautbestandesaufnahmen von Kartoffelfeldern der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Name der Art:	Ramsen (5 × 1 m ²)		Windlach (5 × 1 m ²)		Thalheim (Zeh.) (7 × 1 m ²)		Total (17 m ²)	
	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril
1. Equisetum arvense L.	—	8	—	—	—	—	—	8
2. Panicum sanguinale L.	25	—	—	—	—	—	25	—
3. Setaria glauca (L.) Pal.	19	10	—	—	245	—	264	10
4. Alopecurus agrestis L.	—	—	18	114	—	—	18	114
5. Agrostis alba L.	—	—	—	—	—	61	—	61
6. Trisetum flavescens (L.) Pal.	—	—	—	—	—	15	—	15
7. Poa annua L.	35	39	—	—	—	—	35	39
8. Poa trivialis L.	29	29	151	380	10	96	190	505
9. Agropyron repens (L.) Pal.	—	14	—	—	—	—	—	14
10. Juncus butonius L.	—	—	8	2	—	—	8	2
11. Rumex obtusifolius L.	—	—	—	12	—	7	—	19
12. Polygonum aviculare L.	8	—	1	3	1	15	10	18
13. Polygonum Persicaria L.	10	—	17	—	3	6	30	6
14. Polygonum Convolvulus L.	—	—	—	—	2	9	2	9
15. Chenopodium polyspermum L.	—	—	17	—	1	1	18	—
16. Chenopodium album L.	3	—	13	—	14	—	30	—
17. Atriplex patulum L.	8	—	—	—	—	—	8	—
18. Melandrium album L.	—	18	—	—	2	—	2	—
19. Stellaria media (L.) Vill.	151	—	93	—	25	1	269	19
20. Cerastium glomeratum Thuill.	6	—	—	—	—	—	6	—
21. Cerastium caespitosum Gilib.	—	—	101	—	5	—	106	—
22. Sagina procumbens L.	4	—	72	—	—	—	76	—
23. Arenaria serpyllifolia L.	—	—	26	—	20	—	46	—
24. Ranunculus repens L.	—	—	—	—	7	46	7	46
25. Ranunculus acer L.	—	—	—	—	—	1	—	1
26. Papaver Rhoeas L.	3	—	—	—	—	—	3	—
27. Sinapis arvensis L.	—	—	—	—	1	—	1	—
28. Raphanus Raphanistrum L.	59	—	—	—	16	—	75	—
29. Capsella Bursa pastoris (L.) Med.	—	—	6	—	58	—	64	—
30. Alechemilla arvensis (L.) Scop.	—	—	4	—	—	—	4	—
31. Trifolium pratense L.	—	—	—	1	—	—	—	2
32. Trifolium repens L.	—	—	—	—	—	7	—	7

Name der Art:	Ramsen (5 × 1 m ²)		Windlach (5 × 1 m ²)		Thalheim (Zeh.) (7 × 1 m ²)		Total (17 m ²)	
	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril
33. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	7	—	32	—	—	—	7	—
34. <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Mönch	—	—	—	24	3	3	35	27
35. <i>Vicia sativa</i> L.	3	5	—	—	—	—	8	5
36. <i>Geranium pusillum</i> Burm.	—	—	—	1	—	—	—	1
37. <i>Euphorbia exigua</i> L.	—	—	—	—	1	—	—	—
38. <i>Viola tricolor</i> L.	12	—	—	—	—	—	1	—
39. <i>Anagallis arvensis</i> L.	3	—	20	7	19	2	31	3
40. <i>Convolvulus arvensis</i> L.	—	28	—	—	24	—	47	7
41. <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	4	—	68	—	40	14	40	42
42. <i>Glechoma hederaceum</i> L.	2	—	—	—	3	3	72	3
43. <i>Prunella vulgaris</i> L.	—	—	—	9	—	—	2	—
44. <i>Lamium purpureum</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	9
45. <i>Linaria Elatine</i> L.	—	—	—	—	4	1	—	1
46. <i>Linaria minor</i> (L.) Desf.	3	—	—	—	4	—	7	—
47. <i>Veronica Chamaedrys</i> L.	—	—	1	—	—	—	19	—
48. <i>Veronica arvensis</i> L.	—	—	—	—	83	—	83	—
49. <i>Veronica Tournefortii</i> Gmelin	11	—	—	—	300	1	311	1
50. <i>Veronica polita</i> Fries	—	—	—	—	—	—	—	—
51. <i>Veronica hederifolia</i> L.	—	—	—	—	1	—	1	—
52. <i>Plantago major</i> L.	20	17	—	7	12	—	12	—
53. <i>Sherardia arvensis</i> L.	1	—	—	—	36	8	56	32
54. <i>Gahum Aparine</i> L.	—	—	—	9	139	—	140	—
55. <i>Valerianella dentata</i> (L.) Poll.	1	—	—	—	20	—	29	—
56. <i>Anthemis Cotula</i> L.	1	—	—	—	—	—	1	—
57. <i>Anthemis arvensis</i> L.	2	—	—	—	—	—	1	—
58. <i>Matricaria Chamomilla</i> L.	33	—	—	—	—	—	33	—
59. <i>Senecio vulgaris</i> L.	—	—	2	—	—	—	2	—
60. <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	—	3	—	—	—	—	—	—
61. <i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	—	1	—	—	2	1	2	4
62. <i>Taraxum officinale</i> Weber	—	2	—	—	—	—	—	1
63. <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	2	—	4	—	—	6	—	9
Total	463	177	663	562	1135	306	2261	1045
Durchschnitt pro m ²	93	35	133	112	162	44	133	61

Gruppieren wir auch hier die im *Kartoffelland* gefundenen Unkrautarten nach ihren Lebensverhältnissen, so erhalten wir folgende Verteilungsverhältnisse:

Unkrautgruppen:	Anzahl Unkrautarten und -triebe auf 17 m ² Fläche:					
	Anzahl Arten		Anzahl Triebe		Sterile	
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent
1. Sameunkräuter:						
a) Annuelle	25	39,70	765	33,80	57	5,50
b) Winterannuelle	17	27,00	1030	45,60	210	20,00
c) Zweijährige	2	3,20	72	3,20	5	0,50
	44	69,90	1867	82,60	272	26,00
2. Mehrjährige Bodenständige:	8	12,70	65	2,90	86	8,20
3. Mehrjährige Wurzelwandernde:	11	17,40	329	14,50	687	65,80
Total	63	100,00	2261	100,00	1045	100,00

2. Unkrautbestandesaufnahmen von Winterweizenfeldern der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Name der Art:	Ramsen (5×1 m ²) fertil steril	Windlach (7×1 m ²) fertil steril	Möhlin (7×1 m ²) fertil steril	Dottikon (7×1 m ²) fertil steril	Thalheim (5×1 m ²) fertil steril	Total (31 m ²) fertil steril
1. Equisetum arvense L.	3	—	—	—	—	3
2. Setaria glauca (L.) Pal.	—	—	20	2	—	22
3. Anthoxanthum odoratum L.	—	—	—	4	1	5
4. Phleum pratense L.	—	3	1	—	—	1
5. Alopecurus agrestis L.	64	1136	—	—	—	3
6. Alopecurus pratensis L.	4	—	28	—	—	5
7. Agrostis Spica venti L.	423	944	163	—	—	—
8. Agrostis alba L.	—	2	11	172	203	4
9. Holcus lanatus L.	—	—	—	3	—	1702
10. Avena elatior L. var. tuberosa Aschers.	—	—	—	576	—	3
11. Poa annua L.	—	—	4	—	1	792
12. Poa trivialis L.	23	20	16	—	—	1
13. Poa pratensis L.	356	245	52	49	—	53
14. Festuca rubra L.	—	—	313	27	—	5
15. Lolium perenne L.	—	—	10	162	29	16
16. Lolium italicum A. Br.	—	—	—	17	140	151
17. Juncus bufonius L.	—	—	—	—	—	1216
18. Rumex obtusifolius L.	—	—	—	11	—	27
19. Polygonum aviculare L.	—	—	—	2	—	11
20. Polygonum Persicaria L.	5	125	1	20	—	2
21. Polygonum Convolvulus L.	1	7	—	4	—	4
22. Chenopodium album L.	—	8	6	—	—	—
23. Atriplex patulum L.	—	—	—	3	—	697
24. Melandrium album (Miller) Garcke	—	—	—	10	—	16
25. Stellaria media (L.) Vill.	—	—	35	—	—	—
26. Stellaria graminea L.	2	—	1	—	—	1
27. Cerastium caespitosum Gilib.	6	15	8	32	1	255
28. Sagina procumbens L.	—	33	—	10	—	8
29. Arenaria serpyllifolia L.	—	—	—	15	—	242
	—	—	—	23	45	68

Name der Art:	Ramsen (5×1 m ²)		Windlach (7×1 m ²)		Möhlín (7×1 m ²)		Dottikon (7×1 m ²)		Thalheim (5×1 m ²)		Total (31 m ²)	
	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril
30. Scleranthus annuus L.	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	12	—
31. Ranunculus arvensis L.	—	—	51	—	—	—	—	—	—	—	51	—
32. Ranunculus repens L.	2	30	—	52	—	225	—	270	—	395	2	972
33. Ranunculus acer L.	10	1	—	—	—	82	19	18	—	10	29	111
34. Papaver Rhoeas L.	—	—	—	—	72	2	4	4	—	—	76	5
35. Raphanus Raphanistrum L.	—	—	7	—	—	7	—	3	1	—	35	7
36. Cardamine pratensis L.	—	—	—	—	18	—	27	—	8	—	27	3
37. Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus .	—	—	36	—	—	—	33	—	2	—	239	35
38. Alchemilla arvensis (L.) Scop.	168	—	—	30	—	—	9	—	6	—	9	6
39. Medicago lupulina L.	—	—	—	—	—	—	—	37	—	—	—	373
40. Trifolium pratense L.	—	331	—	—	—	—	—	271	—	57	—	331
41. Trifolium repens L.	—	—	—	1	—	2	—	324	—	15	—	339
42. Trifolium hybridum L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43. Lotus corniculatus L.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
44. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	35	—	6	3	89	—	30	—	394	53	554	56
45. Vicia tetrasperma (L.) Mönch	25	—	—	5	37	—	—	—	—	—	37	5
46. Vicia sativa L.	—	—	—	—	—	—	—	—	83	7	108	7
47. Euphorbia exigua L.	—	—	—	—	—	—	1	12	49	4	50	16
48. Viola tricolor L.	3	—	24	—	—	—	22	1	155	4	204	5
49. Aethusa Cynapium L.	—	—	—	—	—	—	25	7	3	3	25	10
50. Anagallis arvensis L.	2	—	5	—	10	—	23	4	28	22	68	26
51. Convolvulus arvensis L.	1	22	7	—	31	—	26	36	10	55	44	144
52. Myosotis arvensis (L.) Hill	44	—	32	—	41	—	152	50	26	1	295	51
53. Lithospermum arvense L.	—	—	5	1	1	—	—	—	—	—	1	1
54. Glechoma hederateum L.	—	—	—	34	—	1	—	—	—	—	5	63
55. Prunella vulgaris L.	—	—	—	1	—	—	—	28	—	—	1	—
56. Galeopsis Tetrahit L.	—	—	1	—	—	—	—	—	3	3	3	3
57. Lamium purpureum L.	—	—	—	—	—	2	—	—	3	3	5	5
58. Mentha arvensis L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59. Solanum tuberosum L.	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3
60. Linaria Elatine (L.) Miller	—	—	—	—	—	—	—	—	104	—	—	104

Name der Art:	Ramsen (5×1 m ²)		Windlach (7×1 m ²)		Möhiin (7×1 m ²)		Dottikon (7×1 m ²)		Thalheim (5×1 m ²)		Total (31 m ²)	
	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil
61. Veronica Chamaedrys L.	—	—	—	—	—	4	—	—	2	7	6	7
62. Veronica serpyllifolia L.	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	28	7
63. Veronica arvensis L.	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	167	4
64. Veronica Tournefortii Gmelin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	17
65. Veronica polita Fries	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
66. Veronica hederifolia L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67. Euphrasia Odontites L. sens. strict.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68. Plantago major L.	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
69. Plantago lanceolata L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70. Sherardia arvensis L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71. Galium Aparine L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72. Valerianella oliflora (L.) Pollich	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73. Valerianella dentata (L.) Pollich	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
74. Legousia Speculum Veneris (L.) Fischer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75. Gnaphalium uliginosum L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76. Matricaria Chamomilla L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
77. Chrysanthemum Leucanthemum L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
78. Senecio vulgaris L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
79. Cirsium arvense (L.) Scop.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80. Cirsium oleraceum (L.) Scop.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
81. Centaurea Cyanus L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
82. Taraxacum officinale Weber	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
83. Sonchus oleraceus L. em. Gouan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84. Sonchus asper (L.) Hill	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	559	810	2550	431	1393	1036	1382	2408	1349	1160	7633	5845
Durchschnitt pro m ²	192	162	364	62	199	148	197	344	270	232	246	188

Bei Zusammenfassung der in *Winterweizenfeldern* vorgefundenen Unkrautarten in biologische Gruppen ergeben sich untenstehende Resultate:

Unkrautgruppen:	Anzahl Arten		Anzahl Unkrautarten und -triebe auf 31 m ² Fläche:		Anzahl Triebe		Sterile	
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent
1. Samenuunkräuter:								
a) Annuelle	25	29,80	2214	29,00	694	11,90	694	11,90
b) Winterannuelle	22	26,20	4556	59,70	251	4,30	251	4,30
c) Zweijährige	3	3,50	295	3,90	428	7,30	428	7,30
2. Mehrjährige Bodenständige:	16	19,00	76	1,00			863	14,80
3. Mehrjährige Wurzelwandernde:	18	21,50	492	6,40			3609	61,70
Total	84	100,00	7633	100,00			5845	100,00

3. Unkrautbestandesaufnahmen von Winterroggenfeldern der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Name der Art:	Ramsen (5 × 1 m ²)		Windlach (6 × 1 m ²)		Möhlin (7 × 1 m ²)		Dottikon (5 × 1 m ²)		Total (23 m ²)	
	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril
1. Equisetum arvense L.	—	—	—	10	—	19	—	—	—	29
2. Alopecurus agrestis L.	—	—	1133	—	195	—	—	—	1328	—
3. Agrostis Spica venti L.	—	2053	1077	—	451	120	63	—	3644	120
4. Agrostis alba L.	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2
5. Holcus lanatus L.	—	—	—	—	—	—	—	71	—	71
6. Holcus mollis L.	—	8	—	—	—	—	—	—	8	6
7. Trisetum flavescens (L.) Pal.	—	—	—	12	—	—	—	—	—	12
8. Arrhenatherum elatius (L.) Mert. u. Koch	—	—	—	—	11	—	2	15	13	15
9. Avena elatior L. var. tuberosa Aschers.	—	—	—	—	40	6	—	—	40	6
10. Poa trivialis L.	511	155	197	822	7	12	20	166	735	1155
11. Poa pratensis L.	—	—	—	3	—	—	—	5	—	8
12. Lolium perenne L.	—	18	—	—	—	—	—	—	—	18
13. Lolium italicum A. Br.	—	—	—	—	—	—	8	3	8	3
14. Agropyron repens (L.) Pal.	—	—	—	—	—	—	3	1	3	1
15. Juncus bufonius L.	—	—	—	—	27	480	—	—	27	480
16. Rumex obtusifolius L.	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1
17. Rumex Acetosa L.	—	—	—	—	—	—	—	11	—	11
18. Polygonum aviculare L.	5	24	45	23	35	75	—	29	85	151
19. Polygonum Persicaria L.	—	—	—	—	—	4	—	—	—	4
20. Polygonum Convolverulus L.	—	—	—	—	—	—	7	—	—	7

Name der Art:	Ramsen (5 × 1 m ²) fertile steril fertile		Windlach (6 × 1 m ²) fertile steril fertile		Möhlin (7 × 1 m ²) fertile steril fertile		Dottikon (5 × 1 m ²) fertile steril fertile		Total (23 m ²) fertile steril fertile	
21. <i>Agrostemma Githago</i> L.	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—
22. <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	—	3	3	—	7	—	—	—	10	6
23. <i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	—	58	58	—	5	—	232	1	295	7
24. <i>Cerastium arvense</i> L.	—	—	—	—	—	407	2	—	409	—
25. <i>Sagina procumbens</i> L.	—	5	5	—	—	—	—	—	5	—
26. <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48
27. <i>Ranunculus arvensis</i> L.	—	25	25	48	7	210	88	48	210	143
28. <i>Ranunculus repens</i> L.	—	—	—	—	20	—	1	29	—	50
29. <i>Ranunculus acer</i> L.	—	53	53	—	—	—	1	—	79	—
30. <i>Papaver Rhoeas</i> L.	25	—	—	—	—	—	15	—	15	—
31. <i>Raphanus Raphanistrum</i> L.	—	—	8	4	—	—	—	—	8	4
32. <i>Cardamine pratensis</i> L.	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
33. <i>Capsella Bursa pastoris</i> (L.) Medikus	1	—	—	—	—	4	—	—	5	7
34. <i>Alchemilla arvensis</i> (L.) Scop.	46	1	446	—	—	13	74	—	579	5
35. <i>Trifolium pratense</i> L.	—	4	1	1	—	—	—	—	1	6
36. <i>Trifolium repens</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37. <i>Trifolium hybridum</i> L.	—	11	—	—	—	—	—	—	—	16
38. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	7	3	103	—	58	—	146	4	314	7
39. <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Mönch	—	—	—	—	137	—	—	—	137	—
40. <i>Vicia Cracca</i> L.	—	—	7	—	—	—	—	—	7	—
41. <i>Vicia sativa</i> L.	1	—	9	—	85	—	—	—	95	—
42. <i>Lathyrus pratensis</i> L.	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
43. <i>Viola tricolor</i> L.	4	—	46	—	1	—	26	—	77	2
44. <i>Aethusa Cynapium</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
45. <i>Daucus Carota</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
46. <i>Anagallis arvensis</i> L.	4	6	30	—	—	—	—	—	34	11

Name der Art:	Ransen (5 × 1 m ²)		Windlach (6 × 1 m ²)		Möhlin (7 × 1 m ²)		Dottikon (5 × 1 m ²)		Total (23 m ²)	
	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril
47. Convolvulus arvensis L.	—	—	—	13	1	5	—	2	1	20
48. Myosotis arvensis (L.) Hill	129	—	180	—	87	6	43	—	439	6
49. Lithospermum arvense L.	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
50. Prunella vulgaris L.	—	—	—	53	—	1	—	4	—	58
51. Lamium purpureum L.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
52. Mentha arvensis L.	—	—	—	—	—	27	—	—	—	27
53. Veronica Chamaedrys L.	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3
54. Veronica serpyllifolia L.	6	—	36	—	—	—	25	—	67	—
55. Veronica arvensis L.	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
56. Veronica Tournefortii Gmelin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57. Plantago major L.	—	—	—	—	—	15	—	—	—	16
58. Plantago lanceolata L.	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3
59. Galium Aparine L.	2	—	19	—	18	—	—	5	—	39
60. Valerianella olitoria (L.) Poll.	8	64	—	—	—	—	—	—	8	64
61. Valerianella rimosa Bastard	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
62. Valerianella dentata (L.) Poll.	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—
63. Gnaphalium uliginosum L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
64. Anthemis Cotula L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65. Matricaria Chamomilla L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66. Chrysanthemum Leucanthemum L.	58	—	—	—	29	9	—	—	87	9
67. Senecio vulgaris L.	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9
68. Cirsium arvense (L.) Scop.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
69. Cirsium oleraceum (L.) Scop.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
70. Centaurea Cyanus L.	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—
71. Picris hieracioides L.	2	—	5	—	—	—	—	—	—	—
72. Taraxacum officinale Weber	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	2885	296	3489	1019	1830	902	683	425	8887	2642
Durchschnitt pro m ²	577	57	581	170	261	129	137	85	386	115

Die in *Roggenfeldern* festgestellten Unkrautarten in biologische Gruppen gruppiert, ergeben folgendes Bild:

Unkrautgruppen:	Anzahl Unkrautarten und -triebe auf 23 m ² Fläche:					
	Anzahl Arten		Fertile		Sterile	
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent
1. Samennunkräuter:						
a) Annuelle	16	22,25	913	10,30	715	27,10
b) Winterannuelle	18	25,00	6016	67,70	201	7,60
c) Zweijährige	5	6,95	448	5,00	19	0,70
2. Mehrjährige Bodenständige:	17	23,55	37	0,40	287	10,80
3. Mehrjährige Wurzelwandernde:	10	22,25	1473	16,60	1420	53,80
Total	72	100,00	8887	100,00	2642	100,00

4. Anzahl Unkrauttriebe des Ackerlandes verschiedener Orte der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Kulturart:	Pro 1 m ² Fläche:											
	Ramsen		Windlach		Möblin		Dottikon		Thalheim		Mittel	
	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil	steril	fertil
1. Kartoffeln		93	133	112	—	—	—	—	162	44	129	64
2. Winterweizen		192	364	62	199	148	197	344	270	232	244	190
3. Winterroggen		577	57	170	261	129	137	85	—	—	389	111
Total auf 3 m ²	862	254	1078	344	460	277	334	429	432	276	762	365

auf je 2 m² Fläche

5. Mittlere Anzahl Unkrautarten und -triebe des Ackerlandes verschiedener Orte der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz

Unkrautgruppen:	Auf 24 m ² Fläche:											
	Anzahl Arten			Fertile			Anzahl Triebe			Sterile		
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent		
1. Samenunkräuter:												
a) Annuelle	22	30,15	1297	61,80	489	15,40	861	6,95	27,10	4,75		
b) Winterannuelle	19	26,05	3867	20,80	221	6,95	151	4,75				
c) Zweijährige	3	4,10	272	4,40	151	4,75						
2. Mehrjährige Bodenständige:	14	19,20	59	0,90	412	12,90						
3. Mehrjährige Wurzelwandernde:	15	20,50	765	12,10	1905	60,00						
Total	73	100,00	6360	100,00	3178	100,00						

6. Anzahl sterile Unkrauttriebe im Ackerland verschiedener Orte der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz, wenn die Anzahl der fertilen Unkrauttriebe 100 ist.

Unkrautgruppen:	Kulturarten			
	Kartoffeln	Winterweizen	Winterroggen	Durchschnitt
1. Samenunkräuter	14,60	19,50	12,70	15,60
2. Mehrjährige Bodenständige	132,50	1135,00	776,00	681,20
3. Mehrjährige Wurzelwandernde	209,00	733,00	96,50	346,20
Total	46,30	76,60	29,70	50,90

7. Anzahl der im Ackerboden gelagerten Unkrautsamen, der keimfähigen Unkrautsamen und der im Felde sich entwickelten Unkrauttriebe auf einer Fläche von 1 m² und bis 20 cm Tiefe der Felder in Windlach und im Durchschnitt aller untersuchten Felder.

	Absolut	%
1. Gesamtzahl der im Boden gelagerten Unkrautsamen der Felder in Windlach (s. S. 227)	23550	= 100,00
2. Anzahl der im Boden gelagerten keimfähigen Unkrautsamen der Felder in Windlach (s. S. 228)	1411	= 6,00
3. Anzahl der auf dem Felde sich entwickelten Unkrauttriebe der Felder in Windlach (s. S. 258)	474	= 2,00
4. Anzahl der im Boden gelagerten keimfähigen Unkrautsamen im Durchschnitt aller Felder (s. S. 228)	1116	= 4,75
5. Anzahl der auf dem Felde sich entwickelten Unkrauttriebe im Durchschnitt aller Felder (s. S. 258)	393	= 1,70

Diese Zahlen veranschaulichen treffend die Intensität der Zerstörung der im Ackerboden eingelagerten Unkrautsamen. Von den auf dem Felde produzierten, ausgestreuten und bis zu einer Tiefe von 20 cm eingelagerten Unkrautsamen keimt während einer Beobachtungsdauer von 3 Jahren annähernd nur der sechzehnte bis einundzwanzigste Teil. Diese Erscheinung erklärt auch den im Vergleich zur Samenproduktion geringen Unkrautbestand der Ackerfelder. Dieser beträgt aber — d. h. die Menge der auf dem Felde sich entwickelten Unkrauttriebe — wieder nur $\frac{1}{3}$ der während 3 Jahren keimfähig im Boden gelagerten Unkrautsamen. Es darf daher angenommen werden, dass $\frac{2}{3}$ der keimfähigen Unkrautsamen des Ackerlandes durch die Konkurrenz der Kulturpflanzen und durch die Kulturmassnahmen des Menschen in ihrer Keimung gehemmt, als Keimling und Pflanze oder schon als Samen zerstört werden. Deutlich zeigen unsere Ergebnisse wieder die Grösse der Gefahr der Verunkrautung unserer Ackerfelder einerseits und die Bedeutung der Unterstützung des Bauers in seinem Bestreben der Unkrautvernichtung durch die Natur andererseits.

Die Ergebnisse der Bestandesaufnahmen im Felde nach der Zählmethode beweisen wie alle Resultate diesbezüglicher Untersuchungen das Vorwalten der Samenunkrautarten im Ackerland der untersuchten Gebiete der verbesserten schweizerischen Dreifelderwirtschaft. Von den in den *Kartoffelfeldern* vorgefundenen Unkrautarten entfallen beinahe $\frac{7}{10}$ aller festgestellten Arten auf Samenunkräuter. Die spezifische und vorwiegend die intensive Bodenbearbeitung der Kartoffelfelder erschwert besonders das Gedeihen der mehrjährigen bodenständigen und mehrjährigen wurzelwandernden Unkrautarten mit relativ langer Entwicklungszeit. Es können sich hier nur Pflanzenarten, wie die annuellen und auch z. T. die winterannuellen Samenunkrautarten entwickeln und zur Reife gelangen, d. h. solche, die innerhalb des Zeitintervalls zweier Bodenbearbeitungen oder von der letzten Bodenbearbeitung bis zur Ernte ihre Entwicklungszeit abzuschliessen vermögen. Die langsam sich entwickelnden Arten werden dagegen jeweils durch die auf die Keimung folgende Bodenbearbeitung zum grössten Teil zerstört. Unter diesen Umständen können sich vorwiegend die kurzlebigen Samenunkrautarten bis zur Samenbildung entwickeln. Deshalb partizipieren auch die Samenunkrautarten an den in den Kartoffelfeldern pro Flächeneinheit ausgezählten fertilen Unkrauttrieben mit mehr als Vierfünfteln, während der übrige Fünftel auf die 30 % mehrjährigen Unkrautarten entfällt. Umgekehrt gestalten sich die Verhältnissverhältnisse der vorgefundenen sterilen Unkrauttriebe. Die relativ intensive Entwicklung von sterilen Trieben bei den ausdauernden Unkrautarten in den Kartoffelfeldern ist zum Teil auf die stimulierende Wirkung (Verletzung, Umlagerung u. dgl.) der Hackkultur und auf die vegetativen Vermehrungsorgane dieser Unkrautarten, z. T. aber auch auf die Vermehrung (Abtrennung, Zerschneiden etc.) und Verschleppung der vegetativen Vermehrungsorgane der mehrjährigen wurzelwandernden Unkrautarten zurückzuführen. Ausserdem begünstigt aber auch der relativ weite Stand der Kartoffeln und Runkelpflanzen die Entwicklung der sterilen Triebe. Die absolute Anzahl der fertilen und sterilen Unkrauttriebe und damit auch der Grad der Verunkrautung der untersuchten Kartoffelfelder ist im allgemeinen infolge der intensiven Bodenbearbeitung gering. Die im Kartoffelacker den Ackerunkrautarten gebotenen Vegetationsbedingungen begünstigen aber mehr

die Entwicklung der Samenunkrautarten und fördern bei diesen vorwiegend die Entwicklung von fertilen Trieben, so dass für die Verunkrautung der Kartoffelfelder in erster Linie die Samenunkräuter gefährlich zu werden scheinen. Und der Landwirt hat hier unter diesen Umständen sein Hauptaugenmerk auf die Vernichtung dieser zu richten. Ausserdem darf aber auch im Kartoffelland die Bekämpfung der mehrjährigen Unkrautarten, vornehmlich der wurzelwandernden keineswegs vernachlässigt werden.

Zum Teil andere Entwicklungsverhältnisse müssen für die Ackerunkrautarten in den *Winterweizenfeldern* herrschen. Die Samenunkrautarten überwiegen mit rund $\frac{3}{5}$ aller Arten auch hier. Während bei der Artenzahl der Samenkräuter hier gegenüber den Kartoffelfeldern eine Reduktion von rund $\frac{1}{10}$ eingetreten ist, vermehrt sich in den Weizenfeldern der Anteil der fertilen Triebe der Samenunkräuter gegenüber denjenigen der Kartoffelfelder um $\frac{1}{10}$. Bei den rund 40 % ausdauernden Unkrautarten entwickeln sich dagegen in den Weizenfeldern sehr wenige fertile Triebe (bloss 7,40 %). Der Anteil der sterilen Triebe der Samenunkräuter einerseits und der « Ausdauernden » andererseits entspricht in der Weizenkultur weitgehend demjenigen der Kartoffelfelder. Die Anzahl der sterilen Unkrauttriebe beträgt hier bei den mehrjährigen bodenständigen Unkrautarten mehr als das Elffache, bei den Wurzelwandernden mehr als das Siebenfache der fertilen Triebe, um bei den Samenunkrautarten wieder auf rund $\frac{1}{20}$ der fertilen zu sinken. Gegenüber denjenigen der Kartoffelfelder zeigt sich bei den Weizenkulturen eine absolute Zunahme von rund 30 %. Die absolute Anzahl pro Flächeneinheit nimmt bei den Weizenfeldern bei den fertilen Unkrauttrieben ungefähr um das Zweifache (von 129 auf 244) und bei den sterilen um das Dreifache (von 64 auf 190) gegenüber denjenigen bei den Kartoffelfeldern zu.

Diese Ergebnisse führen zur Schlussfolgerung, dass die Ackerunkräuter in den Weizenkulturen zu ihrer Entwicklung günstigere Bedingungen finden als in den Kartoffelfeldern. Diese Verhältnisse werden bedingt:

1. durch die längere Vegetationszeit der Weizenkulturen;
2. durch die grösseren Zeitintervalle der einzelnen aufeinanderfolgenden Bodenbearbeitungen;
3. durch die Schaffung günstigerer Keimverhältnisse;
4. durch die Schutzwirkung, die die Weizensaat gegen Kälte, gegen Austrocknung und gegen Zerstörung der Keimlinge und Jungpflanzen durch die kulturtechnischen Massnahmen des Menschen bildet.

Die Vegetationsverhältnisse der Weizenkulturen begünstigen in erster Linie auch das Gedeihen der Samenunkrautarten und ermöglichen es diesen, sich bis zur Samenreife zu entwickeln. Die Hemmung der Entwicklung der sterilen Triebe bei den wurzelwandernden Unkrautarten wird wahrscheinlich durch die Konkurrenzwirkung und den im allgemeinen relativ dichten Stand des Weizens (gleichsam Erstickung) bedingt werden. Die mehrjährigen, bodenständigen Unkrautarten dagegen, welche vorwiegend ausdauernde Wiesenpflanzen sind, haben sich im Laufe der Zeit auch den in den natürlichen Beständen herrschenden Vegetationsverhältnissen infolge natürlicher Auswahl angepasst und zeigen sich daher auch in den Weizenkulturen als widerstandsfähiger und entwicklungsfähiger. Wenn auch für die Weizenfelder die Gefahr der Verseuchung durch Unkräuter in erster Linie von seiten der Samenunkrautarten droht, so ist ihre Verunkrautungsmöglichkeit ebenfalls durch ausdauernde, vegetativ sich mehrende Unkrautarten vorhanden und bedeutend grösser als bei den Kartoffelfeldern, weil die Weizenkulturen auch diesen letzten Unkrautarten relativ günstige Vegetationsbedingungen bieten können.

Wieder andere Vegetationsverhältnisse werden den Ackerunkräutern in den *Roggenkulturen* geboten. Die absolute Verunkrautung nimmt auf Grund der festgestellten Anzahl Unkrauttriebe pro Flächeneinheit zu. Sie beträgt in den Roggenfeldern das Zwei- bis Dreifache derjenigen der Kartoffelfelder und übersteigt auch diejenige der Weizenfelder um 15,20 %.

In den untersuchten Roggenfeldern entfallen nur etwas mehr als die Hälfte auf Samenunkrautarten. Die ausdauernden Ackerunkrautarten vermehren sich hier beträchtlich; namentlich sind es die ausdauernden bodenständigen Unkrautarten, die hier am gesamten Unkrautbestand nach Artenzahl mit beinahe $\frac{1}{4}$ (23,55 %) partizipieren. Die relativ lange Vegetationszeit, die frühe Bestockung im Herbst und der im allgemeinen relativ geschlossene Stand und infolgedessen die grosse Schutzgewährung der Roggenkulturen müssen auf die Entwicklung der ausdauernden bodenständigen Ackerunkrautarten günstig wirken. Vor allem werden diese Unkrautarten in der jungen Roggensaat günstige und ähnliche Keimungsverhältnisse wie in den natürlichen Wiesenbeständen und auch in den Weizenfeldern finden. Die Triebentwicklung der letzt-

genannten Unkrautarten, namentlich der fertilen scheint in der Roggensaart gegenüber derjenigen in der Weizenkultur und in den Kartoffelbeständen gehemmt zu sein (0,40 % gegenüber 1,00 und 2,90 %). Auf die mehrjährigen, wurzelwandernden Unkrautarten entfallen in den untersuchten Roggenkulturen 22,25 %. Eine merkliche Steigerung kann in den Roggenkulturen bei den wurzelwandernden Arten in der Entwicklung von fertilen Trieben festgestellt werden. Die Menge der sterilen Triebe nimmt hier pro Flächeneinheit gegenüber derjenigen der Weizenkulturen um 47,40 % ab, übersteigt aber diejenige der Kartoffelbestände um rund die Hälfte. Bei den Samenunkrautarten wird auch in der Roggensaart die Entwicklung von fertilen Trieben begünstigt. Daneben nimmt bei den Samenunkrautarten der Roggenfelder aber auch die Anzahl der sterilen Triebe relativ zu und erreicht hier einen prozentischen Anteil von 35,40 % (Weizen 23,50 %, Kartoffeln 26,00 %). Im gesamten entfallen aber in den untersuchten Roggenkulturen auf 100 fertile Triebe nur 29,70 sterile (im Weizen dagegen 76,60, in den Kartoffeln 46,30).

Auf Grund aller obigen Daten ist festzustellen, dass die Roggensaart das Gedeihen der Samenunkrautarten im Vergleich zu den Weizen- und Kartoffelkulturen relativ ungünstig beeinflusst, um dagegen das Auftreten der ausdauernden Unkrautarten eher zu begünstigen. Die Vegetationsverhältnisse der Roggenkultur fördern vornehmlich die Entwicklung von fertilen Unkrauttrieben. Diese Verhältnisse werden vermutlich durch die Wuchsform (grosse Höhe) und die Entwicklungsintensität des Roggens bedingt sein. Langsam wachsende Pflanzenteile (sterile Triebe) werden durch die Konkurrenz der Kulturpflanzen in ihrer Weiterentwicklung gehemmt und gehen unter Umständen aus Mangel an Licht, Luft und Nahrung zugrunde. Scheer⁽²¹⁸⁾ konnte auf Grund seiner Untersuchungen feststellen, dass im Winterroggen vornehmlich winterannuelle und mehrjährige Arten wie *Agrostis Spica venti* L., *Centaurea Cyanus* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Lithospermum arvense* L. die grösste oberirdische Sprosslänge aufweisen. Es können daher in der Roggenkultur in erster Linie Pflanzenarten mit hoher Wuchsform und raschem Wachstum, die auch gewöhnlich bei relativ kurzer Vegetationszeit zur Samenproduktion und Samenreife schreiten, gedeihen. Die Roggenkulturen begünstigen und fördern daher in-

direkt die Samenproduktion der Unkrautarten, und hemmen dagegen die Entwicklung von sterilen Unkrautteilen, so dass dieser Kultur vorwiegend von seiten Samen produzierender Unkrauttriebe aller Unkrautarten der drei biologischen Unkrautgruppen Gefahr der Verunkrautung und Schädigung droht. Und der Landwirt muss bestrebt sein, in der Roggenkultur in erster Linie relativ rasch-wachsende Unkrautarten von hoher Wuchsform möglichst auszurotten.

b) KEIMUNGSZEIT DER ACKERUNKRAUTARTEN

Wir haben bereits früher darauf hingewiesen, dass zwischen mancher Kulturpflanze und bestimmten Ackerunkrautarten eine gewisse Lebensgemeinschaft besteht (s. S. 95 ff.) Sie wird bedingt durch weitgehende Uebereinstimmung im Entwicklungsgang der Kulturpflanze und der Unkrautpflanzen. Von massgebender Bedeutung sind dabei die Keimungsverhältnisse, insbesondere das Vorhandensein einer Samenruhe. Unter *Samenruhe* oder auch *Keimruhe* verstehen wir das Unvermögen vieler Samen, unmittelbar nach der Frucht- und Samenreife bei Vorhandensein der notwendigen Keimungsbedingungen zu keimen. Die Ursache dieser Keimungshemmung ist physiologischer Natur; der Same ist während der Keimruhe noch nicht keimreif. Zur Erlangung der Keimreife sind daher physiologische Umwandlungen chemischer oder physikalischer Art notwendig, die sich im Samenkorn periodisch bzw. rhythmisch vollziehen und periodische Keimung der Samen bedingen.

Die primäre Ursache der Auslösung der Keimung kann z. T. wenigstens in starken äusseren Einflüssen (wie tiefe, hohe Temperaturgrade, starke Temperaturschwankungen, Luftabschluss, Austrocknung, mechanische und chemische Einwirkungen) gesucht werden, die die Enzyymbildung und -aktivierung, die Zuckerbildung und das Stärkerückbildungsvermögen zu beeinflussen vermögen, und das Zellplasma zu stärkerer Lebenstätigkeit anregen. Für uns ist hier besonders die Einwirkung der Temperatur von Interesse; denn der Ablauf der Keimruhe und die Keimreife vieler Samenarten scheinen weitgehend durch sie beeinflusst zu werden und zwar nicht nur bei den Unkrautsamen, sondern auch bei den Kulturpflanzensamen. Viele Unkrautsamen beenden ihre Keimruhe erst nach längerer oder kürzerer Lagerung während des Winters

unter dem Schnee und nach der Einwirkung von Frost. Sie keimen dann vornehmlich im Frühjahr und entwickeln sich als Unkräuter des Sommergetreides. Sie sind uns bekannt als *Frühjahrskeimer*. Ihnen gegenüber stehen die *Herbst- und Winterkeimer*, die die treuen Begleiter des Wintergetreides darstellen und keine oder eine relativ sehr kurze Samenruhe besitzen. Die Keimruhe sowie der jahreszeitliche Keimungsrythmus der einzelnen Unkrautsamenarten sind für die Arterhaltung von grosser Bedeutung. Sie sind die Folge steter und langer natürlicher Auslese und ermöglichen es den Unkrautarten, ihre Keimung zeitlich der Ausführung der technischen Kulturmassnahmen weitgehend anzupassen, um nicht im Keimlingsstadium bei der Herstellung des Saatbeetes durch die intensive Ackerbehandlung vollständig vernichtet zu werden. Es handelt sich hier um Lebensbedingungen, die durch den Kampf ums Dasein und die natürliche Auswahl geschaffen worden sind.

Andererseits kann eine ausgesprochene Keimruhe für die Arterhaltung aber auch ungünstig wirken, wie z. B. bei den winterannuellen und zweijährigen Samenunkräutern. Trotz relativ längerer Vegetationszeit dieser Arten ist der zeitliche Abschluss ihres Lebensrythmus mit der Reife und der Ernte der Kulturpflanzen für sie eine unbedingte Lebensnotwendigkeit, so dass die Keimung in relativ kurzer Zeit nach der Samenreife erfolgen muss. Die notwendige Folge ist hier Verkürzung oder Eliminierung der Keimruhe. Diese Verhältnisse sind zu finden bei den Herbstkeimern der Unkrautarten und vor allem bei unseren Kulturpflanzen. Bei vielen Arten ist die Keimruhe als der Arterhaltung schädliche und unzweckmässige Eigenschaft verloren gegangen oder reduziert worden. Die durch Zuchtwahl beseitigte Samenruhe bei den Kulturpflanzen durch den Menschen hatte indirekt auch eine Verkürzung der Keimruhe bei vielen Unkrautarten zur Folge. Für diese bildet die gleichzeitige Keimung mit den Kulturpflanzen geradezu eine Existenzfrage der Arterhaltung und ist für sie zur Lebensnotwendigkeit geworden; denn die junge Saat der Kulturpflanze bietet diesen Unkrautarten während der Jugendentwicklung den besten Schutz vor Vernichtung.

Diese hier geschilderten Keimungsverhältnisse bedingen bei den meisten Ackerunkrautarten infolge der sich im Innern des Samenkorns zum Keimen notwendigen periodisch bzw. rhythmisch vollziehenden Umwandlungsprozessen einen weitgehend fixierten Keimungsrythmus, der durch die Untersuchungen von O. Rostrup,

Wehsarg, Dorph-Petersen zur Genüge auch für Unkrautsamen erwiesen ist.

Vor allem typisch ist der Keimungsrythmus bei *Veronica hederifolia* L. Diese Art keimt vorwiegend im Herbst und Vorwinter, wie wir im Feld immer wieder beobachten konnten, und entwickelt sich auch im Winter bei wenigen Temperaturgraden über dem Gefrierpunkt weiter und blüht Ende Februar bis anfangs März, um dann im April bereits reife Früchte und Samen zu besitzen. Wir konnten schon im Januar und Februar (1930 und 1931) blühende Exemplare finden. Die Samen gelangen aber vom Frühjahr bis Oktober nicht mehr zur Keimung. Wir fanden im späten Frühjahr oder im Sommer keine Keimlinge dieser Art in den Feldern. *Veronica hederifolia* L. besitzt demnach eine typische periodische Keimung, und ihren Samen ist eine längere Samenruhe eigen. Interessant ist aber dabei, dass die Samenruhe auf die Vegetationszeit fällt, während bei den meisten übrigen Pflanzen bzw. Unkrautarten die Keimruhe mit der Vegetationsruhe auf den Winter fällt. Diese Erscheinung lässt bei *Veronica hederifolia* L. vermuten, dass hier die Samenruhe von den Lichtverhältnissen beeinflusst wird, und der Photoperiodismus hier für den Entwicklungsrythmus entscheidend sein kann. *Veronica hederifolia* L. darf daher als Kurztagpflanze angesehen werden. Ähnliche Vermutungen über den Einfluss des Photoperiodismus auf die Entwicklung der Unkrautarten äussert auch Volkart⁽²⁵¹⁾ und glaubt gewisse *Chenopodium*- und *Polygonum*-Arten als Langtagpflanzen betrachten zu dürfen.

Auch Wehsarg^(250, Heft 294) machte über die Keimungsverhältnisse von *Veronica hederifolia* L. gleiche Beobachtungen. Und auch Lehmann und Snell⁽¹⁵²⁾ stellen fest, dass *Veronica hederifolia*-Samen einer Samenruhe bedürfen und meist im Herbst, im Vorwinter und bis ins Frühjahr, nie aber unmittelbar nach der Samenreife keimen.

Brenchley und Warrington⁽¹⁹⁾ konnten auch bei den im Ackerboden eingelagerten Unkrautsamen der meisten Arten streng periodische Keimung nachweisen. Die Keimung fiel hier vorzugsweise auf den Herbst und den Winter. Diese Periodizität wurde meist auch durch günstige Kulturbedingungen nicht verändert.

Auch für uns ist die Frage der Keimungsperiodizität der einzelnen Ackerunkrautarten der untersuchten Gebiete der verbesserten

Dreifelderwirtschaft von Interesse. Wir versuchten diese Verhältnisse einigermaßen abzuklären durch Feldaufnahmen (Keimlingszählung) der Unkrautkeimlinge der Ackerfelder während des Spätherbstes, des Winters und während des Frühjahrs, deren Resultate wir hier folgen lassen werden. Vorerst wollen wir aber noch zur Illustration die Ergebnisse eines diesbezüglichen Laboratoriumskeimversuches mit Samen einiger Unkrautarten anführen. Der Versuch wurde im Keimlokal der Landw. Versuchsanstalt Oerlikon durchgeführt. 2×200 Samen jeder Art der Ende Juli und anfangs August 1930 in den untersuchten Ackerfeldern gesammelten Unkraut-samen wurden am 1. September 1930 in porösen Ton-Keimschalen bei kontinuierlichem Zufluss des Wassers durch die Poren der Schalen von unten zum Keimen ausgelegt. Der Keimversuch dauerte 2 Jahre bei einer mittleren Temperatur von 22° C. Er ergab nachstehende Daten:

Samenart:	Keimprozentage in verschiedenen Zeitperioden:									
	1930			1931			1932			Total
	Sept./ Nov.	Dez./ Febr.	März/ Mai	Juni/ Aug.	Sept./ Nov.	Dez./ Febr.	März/ Mai	Juni/ Aug.		
1. <i>Cirsium arvense</i> L.										
a) aller ausgelegter Samen	71,50	—	—	—	—	—	—	—	71,50	
b) der keimfähigen Samen	100,00	—	—	—	—	—	—	—	100,00	
2. <i>Agrostemma Githago</i> L.										
a) aller ausgelegter Samen	33,00	19,50	9,00	2,00	1,00	0,50	—	—	65,00	
b) der keimfähigen Samen	50,80	30,00	13,90	3,10	1,50	0,70	—	—	100,00	
3. <i>Sinapis arvensis</i> L.										
a) aller ausgelegter Samen	7,00	—	2,50	4,00	5,00	12,50	3,50	3,50	38,00	
b) der keimfähigen Samen	18,40	—	6,60	10,50	13,20	32,90	9,20	9,20	100,00	
4. <i>Papaver Rhoeas</i> L.										
a) aller ausgelegter Samen	2,00	4,50	3,50	—	3,50	15,50	—	—	29,00	
b) der keimfähigen Samen	6,90	15,50	12,50	—	12,05	53,50	—	—	100,00	
5. <i>Thlaspi arvense</i> L.										
a) aller ausgelegter Samen	2,00	6,00	11,00	3,50	9,50	22,50	4,00	1,50	63,50	
b) der keimfähigen Samen	3,30	10,00	18,40	5,80	15,90	37,40	6,70	2,50	100,00	

Auch die Resultate dieses einfachen Versuches lassen die Verschiedenheit der Keimungsverhältnisse der einzelnen Ackerunkraut-samenarten erkennen. Während bei den einen Samen sich keine oder keine deutliche Samenruhe zeigt, sind bei den andern Keimungshemmungen, die sich im Laufe der Zeit mehr oder weniger verlieren, feststellbar. Daneben ergibt sich auch hier bei diesen Samenarten Keimungsperiodizität. Bei *Cirsium arvense* L. zeigt sich unmittelbar nach der Samenreife weitgehende Keimbereitschaft.

Bei unserem Versuch keimten bereits im September 1930 100 % der keimfähigen Samen. In Erde und Sand (1:1) keimten in im Freien aufgestellten Tontöpfen im September 1930 45 % und 5 % erst im Juni bis August 1931 der zum Keimen ausgelegten Samen der gleichen Ernte. Die Hälfte der Samen keimten nicht, sei es, dass sie nicht keimfähig waren, oder dass die gebotenen Keimbedingungen der während dieser Zeit vorhandenen Keimreife zur Auslösung der Keimung nicht entsprachen. Das Bestehen einer typischen relativ längeren Samenruhe kann hier bei *Cirsium arvense* L. aber keineswegs erkannt werden.

Auch bei *Agrostemma Githago* L.-Samen lässt sich keine ausgesprochene Samenruhe erkennen, wenn auch die Keimung allgemein schleppend erfolgte, und die Keimfähigkeit innerhalb einer Keimzeit von 2 Jahren verhältnismässig gering war. 50,80 % aller keimfähigen Samen keimten bereits im Herbst und bis im Mai 94,70 %. Die hier auftretenden Keimungshemmungen zeigen sich bei Keimung in Erde nicht. Schwarzgefärbte Samen werden bei Keimung im Licht «lichthart» [K i n z e l ⁽¹¹⁶⁾]. Wir werden in unserer diesbezüglichen Vermutung durch einen weiteren Keimungsversuch mit *Agrostemma Githago* L.-Samen der gleichen Ernte, angelegt zu gleicher Zeit in mit Erde (Löss: Quarzsand = 1:1) gefüllten und im Freien bei der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon aufgestellten Tontöpfen, bestärkt. Hier keimten bei anderen Keimungsbedingungen bereits bis am 25. September 1930 (in 25 Tagen) 86 % der ausgelegten Samen. Im Kühlkeller keimten von derselben Samenprobe ebenfalls in Erde (Löss: Quarzsand = 1:1) im Dunkeln bei 4—8 ° C vom 1. bis 30. September 1930: 97,75 % der ausgelegten Samen. Rasche Keimung und hohe Keimfähigkeit zeigten die Samen von *Agrostemma Githago* L. im allgemeinen auch in anderen Versuchen, so von K o r s m o ⁽¹²⁰⁾, D o r p h - P e t e r s e n ⁽⁴⁷⁾ und

Wehsarg (259, Heft 294) und verlieren nach Versuchen von Dorph-Petersen (47) ihre Keimfähigkeit bei trockener Aufbewahrung auch nach Jahren nicht beträchtlich. Und es ist heute auch allgemein bekannt, dass die Samen von *Agrostemma Githago* L. unmittelbar nach der Samenreife auch ihre Keimreife erlangen und bei ihnen günstigen Keimungsbedingungen rasch keimen. Die mit dem Wintergetreidesaatgut ausgestreuten *Agrostemma Githago*-Samen laufen in der Regel gleichzeitig mit der Kulturpflanze im Herbst auf und blühen, fruchten und reifen mit dieser und werden mit dem Getreide geerntet, gedroschen, um bei schlechter Saatgutreinigung mit den Kultursamen wieder aufs Ackerland gestreut zu werden. Sie lebt daher auch infolge ihrer Keimungsbiologie in engster Lebensgemeinschaft mit Winterweizen und Winterroggen.

Andere Keimungsverhältnisse zeigen sich bei *Sinapis arvensis* L. Hier kann das Vorhandensein eines typischen Keimungsrythmus erkannt werden. Die grösste Keimbereitschaft zeigt sich bei uns im Laboratorium im Herbst und besonders im Winter und Vorfrühling. Im Freien wird vermutlich infolge Wassermangel die optimale Keimzeit auf den Frühling fallen, wie es die in der Natur zu machenden Beobachtungen auch beweisen. Ausserdem müssen die *Sinapis arvensis*-Samen auch eine gewisse Samenruhe zu eigen haben. Bei uns erreichten sie ihre optimale Keimfähigkeit erst nach einjähriger Keimbettlagerung, keimten aber nur sporadisch, was auch vor allem Merckenschlager (164) konstatierte. Gumbel (81) machte bei *Sinapis arvensis* die Beobachtung, dass hier das natürliche Keimbett, die Erde, weitaus die besten Keimungen ergab, und dass andererseits Temperaturschwankungen einen günstigen Einfluss auf die Keimung ausüben. Die gleichen Erscheinungen zeigten sich auch bei uns. *Sinapis*-Samen der gleichen Ernte keimten im Freien in mit Löss und Sand (1:1) gefüllten Tontöpfen im Herbst (Sept. 1930) unmittelbar nach der Aussaat bloss zu 4 %, um dann aber bereits im Frühjahr (Mai 1931) zu 39 % aufzulaufen. Die Einwirkungen von Wechseltemperaturen (Frost) und des Keimbettes (Erde) auf die Samen beschleunigten hier den Verlauf der Samenruhe bedeutend. Die gleichen Ergebnisse liessen sich bei einem weiteren Keimversuch in Erde im Freien mit *Sinapis arvensis* L. feststellen. Hier wurden die Samen vorgängig noch einer einmonatlichen Kühlung im Dunkeln bei 4—8° C ausgesetzt. Die Samen dieses

Versuches besaßen bis im Mai des folgenden Jahres eine absolute Keimruhe, um dann plötzlich zu 30 % zu keimen. Weitere Keimversuche mit bei Zimmertemperatur in Tuchsäckchen trocken aufbewahrten *Sinapis arvensis*-Samen der Ernten 1930 und 1931, angelegt am 10. November 1931 in Filtrierpapier und im Glashaus der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon bei einer mittleren Temperatur von 22° C aufgestellt, liessen auch deutlich Keimungshemmungen erkennen. Die Samen der Ernte 1930 liefen vom 10. November 1931 bis 10. November 1932 zu 44,75 % auf, während diejenigen der Ernte 1931 in der gleichen Zeit nur zu 6,10 % keimten. Darnach liegt die Vermutung nahe, dass die Samen ihre Keimungshemmungen allmählich verlieren. Entsprechende Versuche von Krug⁽¹³⁷⁾ bestätigen diese Vermutung auch bis zu einem gewissen Grade. Diese zeitigen folgende Ergebnisse:

Es keimten frische Samen mit 4 %;
 3 Monate alte Samen mit 18 %;
 5 Monate alte Samen mit 49 %;
 7 Monate alte Samen mit 62 %;
 und 9 Monate alte Samen mit 63 %.

Alle diese Daten lassen bei *Sinapis arvensis*-Samen deutlich eine *Samenruhe* und *Keimungsperiodizität* feststellen. Sie zeigten die größte Keimungsaktivität im Vorfrühling und vornehmlich im Frühling.

Typische Keimungsperiodizität findet sich bei *Papaver Rhoeas*-Samen. Die grösste Keimungsaktivität herrscht bei diesen Samen im Winter und Vorfrühling, obwohl sie auch im Herbst und Frühling, nicht aber im Sommer aufzulaufen scheinen. Eine ausgesprochene Keimruhe ist hier kaum feststellbar, obwohl die Keimfähigkeit gering und der Verlauf der Keimung zögernd war. Die geringe Keimfähigkeit der Versuchszeit kann kaum als Folge der Keimruhe betrachtet werden, vielmehr wird sie bedingt werden durch absolutes Fehlen der Keimfähigkeit und durch bestehende Disharmonie zwischen den gebotenen Keimungsbedingungen und der keimungsphysiologischen inneren Verfassung der Samen. *Papaver Rhoeas*-Samen keimen nach den Versuchen von Korsmo⁽¹²⁹⁾ u. Dorph-Petersen⁽⁴⁷⁾ gut und rasch und bewahren ihre Keimfähigkeit mit geringem Rückgang während mehreren Jahren. So konnte Korsmo⁽¹²⁹⁾ in 5 Tagen 65, in 20 Tagen 70 Keimprozent feststellen.

Thlaspi arvense-Samen zeigen hier ihre grösste Keimungsaktivität im Frühjahr. Während des ersten Herbstes und Winters der Lagerung im Keimbett war die Keimung gering, um dann ihre Kulmination nach Ablauf der Samenruhe im zweiten Winter und Vorfrühling zu erreichen. Im Laboratorium tritt die intensivste Keimung infolge höherer Temperatur schon im Winter bzw. Vorfrühling ein, während die Beobachtungen im Felde für *Thlaspi arvense* L. typische Frühjahrskeimung erkennen lassen. Die Keimungsverhältnisse eines weiteren Keimungsversuches mit *Thlaspi arvense*-Samen in Löss und Sand (1:1) in Tontöpfen im Freien deuten auf typische Samenruhe und periodische Keimbereitschaft hin, weil hier von September 1930 bis im Mai 1931 keine Keimlinge aufliefen, um dann im Mai sporadisch zu 24 % zu keimen. Nach den Versuchen von Wehsarg^(259, Heft 294) und Krug⁽¹³⁷⁾ kann durch Einwirkung von Frost und intermittierender Temperaturen bei *Thlaspi arvense*-Samen die Dauer der Samenruhe verkürzt und die Keimreife beschleunigt werden.

Die gleichen Beobachtungen über Keimungsrhythmus, Keimreife und Samenruhe der Pflanzen- bzw. der Ackerunkrautsamen können wir auch in der Natur draussen im Ackerland machen. Wir haben diese Verhältnisse im Freien, die für das Leben der Unkrautarten und somit für die praktische Unkrautbekämpfung von Bedeutung sind, auch auf statistischem Wege untersucht. Dazu führten wir in den Jahren 1929/32 jeweils im Spätherbst (Ende November bis Ende Dezember), im Winter (Februar) und im Frühjahr (Ende März bis Ende April) an 5 bzw. 6 verschiedenen Orten der untersuchten Gebiete der Dreifelderwirtschaft, wie auf dem Villigerfeld (zwischen Villigen und Lauffohr, Kt. Aargau), auf dem Ruckfeld (zwischen Tegerfelden und Würenlingen, Kt. Aargau), bei Dielsdorf-Obersteinmaur (Kt. Zürich), südwestlich Kloten (Kt. Zürich), südlich Büttenhardt (Kt. Schaffhausen) und westlich Diessenhofen (Gutswirtschaft Katharinenthal, Kt. Thurgau), auf je einem Winterweizen-, Winterroggen- und auf einem Sommerfrucht- oder Hackfruchtfeld (Brache) *Unkrautkeimlingszählungen* durch, um aus der Differenz der jeweiligen jahreszeitlichen Ergebnisse auf die Keimzeit der einzelnen Unkrautarten rückzuschliessen. Die Winterzählung konnte im Winter 1930/31 infolge Schneedecke erst anfangs März und entsprechend später (Ende April bis Mitte Mai) dann auch die Frühlingszählung

vorgenommen werden. Wir untersuchten auf jedem Feld je 12 Quadratfuss *), die durch wahlloses Auswerfen eines Drahtrahmens von einem Flächeninhalt von 1 Quadratfuss genau abgegrenzt, aber ohne subjektive Beeinflussung ausgewählt wurden, so dass es sich bei den erhaltenen Ergebnissen um Durchschnittsergebnisse der betreffenden Felder handelt. Die jeweils sich innerhalb des ausgeworfenen Drahtrahmens befindenden Unkrautkeimlinge wurden von uns gezählt und notiert. Zur Identifizierung wurden auf dem Felde unbestimmbare Keimlinge ausgegraben und an der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon in Tontöpfe verpflanzt und ins Glashaus gestellt, um sie dann später im ausgewachsenen Zustande zu bestimmen. Ausserdem wurden solche Keimlinge auch auf dem Felde an den noch anhängenden Samen identifiziert. Die auf diese Art und Weise festgestellten Daten lassen wir hier unmittelbar folgen:

*) 1 Quadratfuss = 0,09 m².

Ergebnisse der Unkrautkeimlingsaufnahmen im Freien in den Jahren 1929/32 von je 180 Quadratfuß *)

Name der Art:	Anzahl der Unkrautkeimlinge:										Total	
	Winterroggen		Winterweizen		Kart. od. Sommergetreide		Brache bezw.		Herbst	Früh-		Total
	Herbst	Früh-	Herbst	Früh-	Herbst	Früh-	Herbst	Früh-				
1. Alopecurus agrestis L.	218	365	338	—	57	154	—	15	8	218	437	500
2. Agrostis Spica venti L.	560	1074	977	96	224	213	1	18	5	657	1316	1195
3. Holcus lanatus L.	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	9
4. Avena elatior L. var. tuberosa Aschers.	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1
5. Dactylis glomerata L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6. Poa annua L.	57	51	63	1	3	11	28	1	44	86	55	118
7. Poa trivialis L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
8. Poa pratensis L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
9. Festuca rubra L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
10. Bromus erectus Hudson	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
11. Lolium italicum A. Br.	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5
12. Agropyron repens (L.) Pal.	20	57	66	15	53	53	4	10	21	39	120	140
13. Ornithogalum umbellatum L.	—	129	185	—	61	250	—	9	80	—	199	515
14. Polygonum aviculare L.	—	7	9	—	9	77	—	2	5	—	18	91
15. Polygonum Persicaria L.	—	1	117	—	—	70	—	—	23	—	1	210
16. Polygonum Convolvulus L.	—	—	1	—	—	15	—	—	14	—	—	30
17. Chenopodium polyspermum L.	—	4	15	3	5	43	—	13	39	3	22	97
18. Chenopodium album L.	15	—	1	2	2	2	—	—	17	17	3	3
19. Agrostemma Githago L.	150	319	223	43	94	103	4	—	79	197	413	405
20. Stellaria media (L.) Vill.	—	20	43	15	5	24	—	—	17	16	25	84
21. Cerastium glomeratum Thuill.	—	1	138	294	4	137	—	1	—	—	143	431
22. Sagina procumbens L.	—	16	22	—	3	2	—	—	1	—	19	25
23. Arenaria serpyllifolia L.	115	115	143	17	145	129	—	2	2	172	262	274
24. Ranunculus arvensis L.	39	20	47	2	3	15	4	6	9	45	29	71

*) = 16,20 m².

Name der Art:	Anzahl der Unkrautkeimlinge:										Total	
	Winterroggen					Winterweizen						Total
	Herbst		Früh-		Winter	Herbst		Früh-		Total		
ter	ter	ter	ter	ter		ter	ter	ter	ter		ter	
26. Papaver Rhoeas L.	504	501	532	329	201	259	6	7	318	839	709	1109
27. Fumaria officinalis L.	14	15	5	5	16	15	—	8	29	19	39	49
28. Thlaspi arvense L.	12	—	1	—	—	12	—	—	120	12	—	133
29. Sinapis arvensis L.	—	3	3	—	9	13	1	—	1	1	12	17
30. Erophila verna (L.) E. Meyer	16	207	238	—	96	73	—	1	10	16	304	321
31. Arabidopsis Thaliana (L.) Heynh.	142	284	142	252	59	44	—	9	44	394	352	230
32. Alchemilla arvensis (L.) Scop.	1944	2657	2295	229	568	294	—	1	1	2173	3226	2590
33. Trifolium repens L.	12	—	5	1	—	8	—	—	4	13	—	17
34. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	273	110	90	5	10	20	—	—	42	278	120	152
35. Vicia tetrasperma (L.) Mönch	3	—	—	2	—	—	—	—	—	5	—	—
36. Vicia sativa L.	15	9	14	6	3	4	—	—	2	21	12	20
37. Viola tricolor L.	40	164	169	—	27	105	—	1	46	40	192	320
38. Anagallis arvensis L.	—	—	24	—	—	162	—	—	18	—	—	204
39. Myosotis arvensis (L.) Hill	200	323	288	9	16	68	9	20	51	218	359	407
40. Lithospermum arvense L.	5	12	7	—	1	4	—	—	—	5	13	11
41. Prunella vulgaris L.	—	—	19	—	—	75	—	—	—	—	—	94
42. Galeopsis Tetrahit L.	—	5	8	—	—	1	—	—	19	—	5	28
43. Lamium purpureum L.	26	16	7	7	22	15	—	8	37	33	46	590
44. Veronica Tournefortii Gmelin	109	167	135	—	22	101	7	5	41	116	194	277
45. Veronica hederifolia L.	1689	1311	962	684	673	502	72	164	79	2445	2150	1543
46. Plantago intermedia Gilib.	—	—	3	—	—	52	—	—	—	—	—	55
47. Sberardia arvensis L.	1	26	2	—	17	—	—	4	15	1	47	17
48. Galium Aparine L.	83	48	46	90	81	20	5	7	19	178	136	85
49. Valerianella olitoria (L.) Poll.	104	281	248	18	66	85	—	—	12	122	347	345
50. Legousia Speculum Ven. (L.) Fischer	5	—	15	—	—	2	—	—	17	5	—	34
51. Matricaria Chamomilla L.	10	139	37	—	—	128	—	1	3	10	140	168
52. Senecio vulgaris L.	3	1	1	12	8	3	2	—	—	17	9	4
53. Cirsium arvense (L.) Scop.	—	9	13	—	2	9	—	—	2	—	11	24
54. Centaurea Cyanus L.	2	—	1	3	7	10	—	—	6	5	7	17
55. Sonchus asper (L.) Hill	—	—	1	—	—	37	5	—	4	5	—	47
Total	6427	8604	7876	1846	2572	3420	148	313	1288	8421	11489	12584
Pro m ² Fläche	396	531	486	114	159	211	9	19	79	173	236	259

Klein erscheint uns vorerst die Anzahl der von uns bei den durchgeführten Keimungsuntersuchungen im Felde erfassten Unkrautarten im Verhältnis zur Anzahl der von uns überhaupt im untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz vorgefundenen Unkrautspezies und -subspezies — 205 — (s. S. 59—64) zu sein. Diese beträgt bloss $\frac{1}{4}$ jener. Die Ursache des Nicht-erfassens liegt zum Teil im seltenen und lokalen Vorkommen vieler Arten, zum Teil in der späten Frühjahrskeimung und in dritter Linie gedeihen viele Unkrautarten in den Gegenden, in denen wir die Keimungsuntersuchungen durchführten, überhaupt nicht.

Dennoch lässt die genaue Analyse der Keimlingszahlen der verschiedenen Jahreszeiten der einzelnen Ackerunkrautarten auch in der Natur das Bestehen von Samenruhe und Keimungsrythmus bei den Ackerunkrautarten deutlich erkennen. Von verschiedenen Arten wurden im freien Felde erst im Frühjahr Keimlinge gefunden, so dass es sich bei diesen Arten um typische *Frühjahrskeimer*, die vorwiegend sich im Sommergetreide entwickeln, handelt. Bedingt werden diese Keimungsverhältnisse auch im Freien vermutlich in erster Linie durch die diesen Samenarten eigene Samenruhe. Sie sind im Herbst noch nicht keimreif und erlangen den Zustand der Keimreife erst nach längerer Lagerung im oder auf dem Boden und infolge Einwirkung der verschiedenen Atmosphärien während des Winters und bis ins Frühjahr. Bei anderen Arten dagegen konnte schon im Herbst die maximale Anzahl von Keimlingen festgestellt werden. Diese Gruppe der Ackerunkrautarten sind ausschliesslich *Herbstkeimer* und bilden die typische Begleitflora des Wintergetreides. Eine dritte Gruppe zeigt sowohl Herbst- als auch Winter- und Frühjahrskeimung, wie auch Herbst- und Winterkeimung, oder nur Winter- und Frühjahrskeimung, und sie vergesellschaftet sich mit Winter- und Sommergetreide.

Bei den Herbst- und Winterkeimern besteht keine oder keine typische Samenruhe. Sie sind unmittelbar nach der Samenreife und der Abtrennung von der Mutterpflanze keimfähig. Trotzdem zeigt sich auch hier Keimungsrythmus; da vermutlich diese Samenarten die ihnen zusagenden Keimungsbedingungen nicht in jeder Zeitperiode finden.

Bei einzelnen Unkrautarten, wie bei *Veronica hederifolia* L., *Galium Aparine* L., *Senecio vulgaris* L., *Arabidopsis Thaliana* (L.)

Heynh. u. a. m. nimmt die Anzahl der Keimlinge vom Herbst bis Frühjahr merklich ab. Die Reduktion ist bei diesen Arten zu bedeutend, als dass sie als Untersuchungsfehler betrachtet werden kann. Es müssen bei diesen Arten viele Herbstkeimlinge während des Winters und im frühen Frühling infolge des Frostes und wahrscheinlich namentlich infolge der Konkurrenz durch die Kulturpflanzen (Erstickung) zugrunde gehen, so dass der Landmann in der Unkrautbekämpfung auch hierin wieder durch die Natur unterstützt wird.

Auf Grund der von uns jeweils im Herbst, Winter und Frühling im Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz ermittelten Keimlingszahlen können die vorgefundenen Unkrautarten in die nachstehenden Keimgruppen eingeteilt werden.

1. *Herbstkeimer*: *Agrostemma Githago* L.; *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray; *Vicia tetrasperma* (L.) Mönch.
2. *Vorwiegend Herbst- und Winterkeimer*: *Agrostis Spica venti* L.; *Arabidopsis Thaliana* (L.) Heynh.; *Alchemilla arvensis* (L.) Scop.; *Veronica hederifolia* L.; *Galium Aparine* L.; *Senecio vulgaris* L.
3. *Vorwiegend Herbst- und Frühjahrskeimer*: *Poa trivialis* L.; *Ranunculus repens* L.; *Papaver Rhoeas* L.; *Trifolium repens* L.; *Vicia sativa* L.
4. *Herbst-, Winter- und Frühjahrskeimer*: *Alopecurus agrestis* L.; *Ornithogalum umbellatum* L.; *Stellaria media* (L.) Vill.; *Ranunculus arvensis* L.; *Fumaria officinalis* L.; *Myosotis arvensis* (L.) Hill; *Lamium purpureum* L.; *Veronica Tournefortii* Gmelin; *Valerianella olitoria* (L.) Pollich; *Centaurea Cyanus* L.
5. *Vorwiegend Winter- und Frühjahrskeimer*: *Polygonum aviculare* L.; *Cerastium glomeratum* Thuill.; *Sagina procumbens* L.; *Arenaria serpyllifolia* L.; *Sinapis arvensis* L.; *Erophila verna* (L.) E. Meyer; *Viola tricolor* L.; *Lithospermum arvense* L.; *Sherardia arvensis* L.; *Cirsium arvense* (L.) Scop.; *Matricaria Chamomilla* L.
6. *Frühjahrskeimer*: *Holcus lanatus* L.; *Dactylis glomerata* L.; *Poa annua* L.; *Poa pratensis* L.; *Festuca rubra* L.; *Bromus erectus* Hudson; *Lolium italicum* A. Br.; *Agropyron repens* (L.) Pal.; *Avena elatior* L. var. *tuberosa* Aschers.; *Polygonum Persicaria* L.; *Polygonum Convolvulus* L.; *Chenopodium polyspermum* L.; *Chenopodium album* L.; *Thlaspi arvense* L.; *Anagallis arvensis* L.; *Prunella vulgaris* L.; *Galeopsis Tetrahit* L.; *Plantago intermedia* Gilib.; *Legousia Speculum Veneris* (L.) Fischer; *Sonchus asper* (L.) Hill.

Bei weiterer Durchsicht der Ergebnisse unserer Keimlingsaufnahmen fallen uns die gefundenen verschiedenen Keimlingszahlen

pro Flächeneinheit des Winterroggens, des Winterweizens und des Brachlandes einerseits, andererseits aber noch mehr die Reduktion der Keimlingszahl pro Flächeneinheit der Herbst- und Winterkeimer in den *Roggenfeldern* im Frühjahr gegenüber Herbst und Winter auf. Die erste Erscheinung lässt sich zurückführen auf die Schutzwirkung der jungen Roggensaat für die keimenden Unkrautsamen und jungen Unkrautkeimlinge, sowie auf die frühzeitige Feldbestellung der Roggenfelder. Anders verhält es sich aber mit der zweiten Erscheinung, die sich, worauf wir schon oben hingewiesen haben, bei zahlreichen Unkrautarten zeigt und nur durch einen zwischen Kulturpflanze und Unkrautpflanze bestehenden Antagonismus bedingt sein kann. Diese Verhältnisse zeigen sich bei unseren Erhebungen bei folgenden Ackerunkrautarten:

Name der Art:	Keimlingszahl pro 180 Quadratfuß:		Abnahme der Keimlingszahl:	
	Winter- aufnahme	Frühjahrs- aufnahme	Absolut	in Prozent der Anzahl im Winter
1. Alopecurus agrestis L. . .	365	338	27	7,40
2. Agrostis Spica venti L. . .	1074	977	97	9,00
3. Fumaria officinalis L. . .	15	5	10	66,70
4. Arabid. Thal. (L.) Heynh. .	284	142	142	50,00
5. Alchemilla arv. (L.) Scop. .	2657	2295	362	13,60
6. Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	110	90	20	18,20
7. Myosotis arvensis (L.) Hill	323	288	35	10,80
8. Lythospermum arvense L. .	12	7	5	41,70
9. Lamium purpureum L. . .	16	7	9	56,30
10. Veronica Tournef. Gmelin .	167	135	32	19,20
11. Veronica hederifolia L. . .	1311	962	349	26,60
12. Sherardia arvensis L. . .	26	2	24	92,40
13. Galium Aparine L. . . .	48	46	2	41,70
14. Valerianella olit. (L.) Poll.	281	248	33	11,70
15. Matricaria Chamomilla L. .	139	37	102	73,40

Auch Z a d e ⁽²⁶⁸⁾ beobachtete diese Verhältnisse und untersuchte sie eingehend, d. h. namentlich den Einfluss der verschiedenen Kulturpflanzen auf die Keimung der Unkrautsamen. Nach ihm werden gewisse Unkrautsamenarten durch die von gewissen Kulturpflanzen hervorgerufenen Keimungshemmungen in die Lage versetzt, jahrelang in ungekeimtem Zustande im Boden zu lagern, um bei günstigen Keimungs- und Lebensbedingungen plötzlich wieder aufzulaufen. Solche Verhältnisse stellte er z. B. bei *Avena fatua* L., *Sinapis arvensis* L. und bei *Raphanus Raphanistrum* L. fest und fand, dass *Avena fatua* L. nur vergesellschaftet mit ganz bestimmten Kultur-

pflanzen (wie mit Hafer, Sommergerste, Sommerweizen, Erbsen, Wicken, Sommerraps, Sommerrüben, Senf, Hackfrüchten und auch mit Winterweizen) und auf dem Brachland anzutreffen ist, dagegen auf Wiesen und Weiden und in dichten Winterroggen- und Wintergerstensaaten, in gut durchwinterten Winterraps- und Winterrübenbeständen, sowie auch in dichten Rotklee-, Luzerne- und Esparsettefeldern fehlt. In weniger dichten Beständen letzterer Kulturpflanzen treten aber Flughafer, Ackersenf und Hederich wieder auf. Z a d e bringt diese Erscheinungen nur z. T. und nur bei einzelnen Unkrautarten mit einer Unterdrückung durch die Kulturpflanze in Zusammenhang, besonders aber nicht bei *Avena fatua* L. und *Sinapis arvensis* L. Er betrachtet diese Erscheinung viel mehr als «Keimverzögerung und Keimungshemmung», jedoch nicht als Keimvernichtung. Experimentell prüfte Z a d e⁽²⁶⁸⁾ diese Fragen durch Aussaat von je 500 Körnern von *Avena fatua* L. und *Sinapis arvensis* L. in ½—1 cm Tiefe auf im Freiland dafür speziell hergerichteten Parzellen und erhielt hier folgende Keimungsergebnisse:

Versuchsverfahren	Keimprozent der Unkrautsamenart:	
	<i>Avena fatua</i> L.	<i>Sinapis arvensis</i> L.
1. Dichte Winterroggensaart	0,8	0
2. Dünne »	15,0	17,9
3. Dichte Winterweizensaat	6,6	10,0
4. Dünne »	39,8	40,6
5. Klee grasgemenge	0	0
6. Brachland	48,0	42,8

Durch Versuche mit künstlicher Bedeckung konnte Z a d e⁽²⁶⁸⁾ nachweisen, dass diese Keimungshemmung nicht eine direkte Wirkung der Kulturpflanze sondern vielmehr der *Bedeckung des Landes* ist. Dass vorwiegend Wintersaaten von Einfluss auf die Keimung der Unkrautsamen sind, lässt erkennen, dass diese Wirkung auf die Zeit vom Herbst bis zum Frühjahr fallen muss. Weitere Versuche mit künstlicher Bedeckung ergaben, dass sich die kritische Zeit nur vom Spätwinter bis ins frühe Frühjahr erstreckt. Die Ursache der Keimungshemmung durch gewisse Kulturpflanzen liegt nach Z a d e in der Schutzwirkung letzterer, d. h. in der Ausgleichung der äusseren Temperaturschwankungen und des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens. Die natürlichen Schwankungen der Wärme und Feuchtigkeit scheinen, wie die Beobachtungen und Versuche

lehren, die Keimung gewisser Unkrautsamenarten besonders günstig zu beeinflussen. Diese indirekte Schutzwirkung der Kulturpflanzen-saat ermöglicht es, unter diesen Umständen gewissen Unkrautsamenarten nur in den ihnen günstigen Keimungs- und Vegetationsbedingungen bietenden Kulturarten auszuweichen und zu gedeihen, so dass sie rechtzeitig vor der Reife und Aberntung der Kulturpflanze zu fruchten und ihre Samen reifen und ausstreuen vermögen. Diese natürlichen Einwirkungen, Anpassungen und die Regulation stehen hier im Dienste der Arterhaltung, und so schützt die Natur ihre Lebewesen auf recht mannigfaltige Weise im Kampf ums Dasein.

Wenn die letzteren Erscheinungen oberflächlich betrachtet auch als «Gegensätzlichkeit» angesehen werden können, so sind sie nach weiterer Ueberlegung gewissermassen wieder mehr als ein Ausdruck der Biocoenose zu betrachten und können uns das Zurückgehen der Keimlinge mancher Unkrautarten im Frühling in den Winterroggenfeldern nicht erklären. Sie lassen aber dennoch erkennen, dass zwischen gewissen Kulturpflanzen und gewissen Unkrautarten Wechselwirkungen bestehen, die das Zusammenleben von Kulturpflanze und Unkrautart stören und schon hier auf einen gewissen bestehenden Antagonismus hinweisen.

Neueren Erklärungsversuchen über die im Daseinskampf der Pflanzen gegenseitig wirkenden Kräfte wie von K u h n ^(138/139) und R i e d l e ⁽²¹⁰⁾ stehen wir skeptisch gegenüber. Uns erscheinen einerseits Z a d e s Begründungen über die Keimungshemmungen bestimmter Unkrautsamen in bestimmten Kulturpflanzenbeständen infolge indirekter Schutzwirkung und infolge der auf die Temperatur und die Bodenfeuchtigkeit ausgleichenden Wirkung der Kulturpflanzendecke als die einfachste, nächstliegende und logischste. Die Vernichtung der Unkrautkeimlinge durch die Kulturpflanze und vornehmlich durch Winterroggen führen wir auf Unterdrückung, Ueberwucherung und Erstickung der Unkrautkeimlinge durch die Kulturpflanze zurück. Und wir nennen die Ursache dieser Wirkung mit H o f f m a n n ⁽⁹⁶⁾, C. N ä g e l i ⁽¹⁷⁵⁾ und V o l k a r t ⁽²⁵¹⁾: «*Konkurrenz*».

c) ALLGEMEINE KEIMUNGSBEDINGUNGEN DER SAMEN UND
SPEZIELLE KEIMUNGSVERHÄLTNISSE DER UNKRAUT-
SAMENARTEN

Die Arterhaltung der Ackerunkrautarten wird neben der Samenproduktionskraft und der vegetativen Vermehrungsfähigkeit der Unkrautpflanzen vornehmlich von der Fähigkeit und der Möglichkeit der Samen, sich auf dem Acker zu fruchttragenden Pflanzen zu entwickeln, bedingt. Diese Forderung verlangt eine zu ganz bestimmter Zeit und unter spezifischen Verhältnissen erfolgende Keimung der Ackerunkrautsamen, die wieder die Entwicklung der Samen zu Pflanzen und dieser zur Samenbildung und Samenreife sichert. Die Entwicklung des ruhenden Keimlings oder Embryos zur assimilierenden jungen Pflanze erfordert drei Lebensfunktionen des Samenkorns, nämlich: *Keimfähigkeit*, *Keimreife* und *Keimung*.

Keimfähigkeit besitzen alle normal ausgebildeten Samen unmittelbar nach der Samenreife. Nur anormale Bildung oder Fehlen des Embryos bedingen nach der Fruchtreife Nichtkeimfähigkeit der Samen. Das Nichtkeimen vieler gesunderscheinender, längere Zeit im Keimbett lagernder Unkrautsamen beruht nicht auf mangelnder Keimfähigkeit, sondern die Gründe hiefür sind in anderweitigen inneren und äusseren Faktoren zu suchen. Diese Samen sind bei den vorhandenen Keimungsbedingungen noch nicht, oder vorübergehend nicht mehr keimreif.

Keimreife erfordert bei Vorhandensein der zur Keimung notwendigen Aussenbedingungen und einer gewissen, aber bestimmten und spezifischen Harmonie der Keimreife und der äusseren gebotenen Keimbedingungen unmittelbare Keimung der gesunden Samen. Die Keimreife ist die Folge innerer physiologischer Prozesse des Samenkorns. Samen- oder Fruchtreife und Keimreife fallen entweder zeitlich zusammen, oder sie folgen sich in kürzerer oder längerer Zeitspanne. Im ersteren Falle tritt unmittelbar nach der Samenreife Keimung ein. Die Samenarten mit diesen ihnen eigenen Keimungsverhältnissen, wie z. B. die meisten Getreidesamenarten besitzen keine oder keine ausgesprochene sog. Samenruhe oder Keimruhe. Im zweiten Falle keimen die Samen bei der Samenreife und auch noch während kürzerer oder längerer Zeit nicht. Solche

Keimungsverhältnisse zeigen Samenarten mit einer ihnen eigenen typischen Samenruhe, wie z. B. zahlreiche Ackerunkrautsamenarten.

Die Ursachen dieser verschiedenen Keimungsverhältnisse der Pflanzen- bzw. Unkrautsamenarten beruhen auf dem Entwicklungs- und Verfassungszustande (physiologischer und physischer Art) des Embryos und des Nährgewebes (Endosperm) des Samenkorns bei der Samenreife. Und hier sind besonders vier Zustände festzuhalten:

1. Form und Grösse des Embryos, sowie sein physiologischer Zustand und der des Endosperms ermöglichen unmittelbar bei der Samenreife die Keimung des Samens.
2. Der Embryo ist bei der Samenreife ebenfalls keimreif, das Endosperm dagegen nicht. Zur Auslösung der Keimung sind hier noch bestimmte chemische und physikalische Umwandlungen physiologischer Natur des letzteren notwendig.
3. Das Endosperm ist bei der Samenreife keimreif. Der Embryo dagegen bedarf hier zur Erlangung der Keimreife auf Kosten des Nährgewebes in Grösse und Form noch einer Entwicklung.
4. Endosperm und Embryo sind bei der Samenreife nicht keimreif und bedürfen zur Erlangung der Keimreife physiologischer und physischer Umwandlungen.

Sind Embryo und Endosperm keimreif, so tritt, wenn auch die äusseren zur Keimung erforderlichen Faktoren gegeben sind, und diese mit der Keimreife des Samens zur Auslösung der Keimung übereinstimmen, unmittelbar die *Keimung* ein, d. h. die Durchbrechung der Samenschale durch Radicula und Hypokotyl. Die Keimung des Samens erfordert neben den eben erwähnten inneren Zuständen des Samens (wie Keimfähigkeit und Keimreife) und organischen Baustoffen, wie jedes Wachstum der Pflanzen, das Vorhandensein von Wasser, Temperatur, Luft (Sauerstoff) und vielfach auch von Licht. Jede Samenart stellt zur Keimung an diese Umweltfaktoren bestimmte und spezifische Anforderungen, so dass jede Art ihre ihr eigenen Keimungsverhältnisse besitzt, und die Bedeutung der einzelnen äusseren Keimungsfaktoren daher weitgehend von der Samenart abhängt.

Die Verschiedenheit des physiologischen und anatomischen Zustandes der einzelnen Arten, sowie des Einflusses der Umweltfaktoren auf ihre Keimung bedingen weitestgehende Differenzierung der Keimungsverhältnisse der einzelnen Pflanzensamenarten, bzw. der einzelnen Ackerunkrautsamenarten, die ihrerseits wieder die Keimzeit, die Keimtemperatur, den Verlauf der Keimreife und der Samenruhe, sowie die Belichtungsstärke und die Tiefe der Boden-

lagerung, den Wassergehalt des Keimbettes, die Reaktion des Keimbodens und die Luftzufuhr bzw. den Sauerstoffbedarf der keimenden Samen bestimmen. Es sind eigentlich die Umweltfaktoren, die die Keimung der Ackerunkrautsamen vornehmlich beeinflussen, so dass ihre Bedeutung für die Keimung der Samen hier einer kurzen Betrachtung unterstellt werden muss.

aa) *Die Bedeutung des Wassers und des Feuchtigkeitsgehaltes des Keimbettes*

Die Feuchtigkeitsmenge, die der keimende Samen im Verhältnis zu seinem Eigengewicht zu seiner vollständigen Quellung und zur Keimung bedarf, differiert einerseits schon innerhalb der Individuen der einzelnen Art, andererseits aber noch bedeutend stärker innerhalb den Individuen der einzelnen Arten. Die Folge davon ist die Differenzierung der Bedeutung und des Einflusses der Wassermenge bei der Keimung der einzelnen Samenarten. Den Bedeutungsgrad des Wassergehaltes des Keimbettes auf die Keimungsbereitschaft und die Keimung der Samen zeigen eingehend die Keimversuche von Pieper⁽²⁰⁵⁾ mit *Agrostis Spica venti* L., von Fruwirth⁽⁶⁰⁾ mit *Alopecurus agrestis* L. und von uns mit *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray, deren Ergebnisse wir weiter hinten folgen lassen (s. S. 299).

bb) *Bedeutung und Einfluss des Sauerstoffes bei der Keimung der Unkrautsamen*

Schon Nobbe⁽¹⁹⁰⁾ hat anhand zahlreicher Keimversuche nachgewiesen, dass die Anwesenheit von Sauerstoff zur Auslösung der Keimung der Samen notwendig ist. Nobbe betrachtet das erste Stadium des Keimprozesses, die Quellung, als rein mechanischen Vorgang, der auch ohne Sauerstoffanwesenheit vorsichgeht. Das zweite Stadium, der eigentliche Keimprozess, ist dagegen nach obigem Autor weitgehend vom Vorhandensein von Sauerstoff abhängig. Nobbe konnte bei Pflanzensamen unter Wasser eine nennenswerte Keimung stets nur bei Durchleitung von Sauerstoff feststellen, der bei der Keimung zur Verwertung der Reservestoffe notwendig sein soll.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte bei Samen unter Wasser auch Mazé⁽¹⁶³⁾. Er beobachtete, dass Samen, die einige Tage ungekeimt

unter Wasser gelegen haben, auch an der Luft nurmehr geringe Keimfähigkeit besitzen und führt diese Erscheinung auf Sauerstoffmangel und zuzufolgedessen auf durch die Tätigkeit der Enzyme gebildete Giftstoffe (Aldehyde) zurück.

Eingehend wurden diese Verhältnisse von A. Kraus⁽¹³²⁾ untersucht. Daraus geht hervor, dass einerseits bei völligem Fehlen von Sauerstoff die Keimung unterbleibt, und dass andererseits schon ein geringer Sauerstoffgehalt die Keimung auszulösen vermag. Auch Snel⁽²³²⁾ stellte im allgemeinen bei seinen Versuchen bei abnehmendem Sauerstoffgehalt der Luft auch abnehmende Keimung der Unkrautsamen fest.

Wie die Beobachtungen und Versuche lehren, verläuft die Keimung der Pflanzensamen bei Sauerstoffgehalt der gewöhnlichen Luft am günstigsten. Zu- oder Abnahme des Sauerstoffgehaltes wirken keimungshemmend, worauf auch neben der Temperaturschwankung der Einfluss der Tiefe der Bodenlagerung der Samen und der Bodenart [nach Kozma⁽¹³¹⁾ verlieren die Unkrautsamen ihre Keimfähigkeit im Sandboden bedeutend rascher als z. B. im Lehmboden] auf die Keimung der Unkrautsamen beruhen dürfte. Je näher an der Bodenoberfläche desto intensiver erfolgt der Gasaustausch der Bodenluft, und umso günstiger ist der Sauerstoffgehalt der Luft für die Keimung. Somit spielen Kulturzustand, Bearbeitung und Bebauung des Ackers für die zur Keimung der Kultur- und Unkrautsamen notwendige Luftzufuhr eine grosse Rolle.

cc) Die Bedeutung des Lichtes

Der Einfluss des Lichtes auf die Keimung der Samen wurde schon frühzeitig von mehreren Autoren studiert. Während Caspary (1860), Wagner (1878), Wiesner (1878), Stebler (1881) besonders bei *Poa pratensis*-Samen; und Cieslar (1883), Mayer und van Pesch (1883), Jönsson (1883), v. Liebenberg (1884) und später Heinricher, Kinzel, Burgerstein [zitiert nach Volkart⁽²⁴⁹⁾ und Lehmann⁽¹⁵¹⁾], Lehmann⁽¹⁵¹⁾, Gümbel⁽⁸¹⁾, Pickholz⁽²⁰⁴⁾, C. Kraus⁽¹³³⁾, Pieper⁽²⁰⁵⁾, Gassner, Baar [zitiert nach Doerfel⁽⁴⁴⁾] u. a. m. bei Lichteinwirkung eine Steigerung der Keimung bei den verschiedensten Samenarten feststellen konnten, fanden Vandevelde [zitiert nach Wehsarg^(259, Heft 294)] bei Erbsen, Rodevald

[zitiert nach Wehsarg (259, Heft 294)] und Nobbe (191) bei *Poa pratensis* und andern Gramineensamen, dass das Licht auf die Keimung keinen günstigen Einfluss ausübt. Nach Nobbe wirkt das Licht bei *Poa pratensis* sogar keimungshemmend. Näher auf die ausgedehnte Literatur über den Einfluss des Lichtes auf die Keimung der Samen einzugehen, ist uns hier nicht möglich.

Als sog. Lichtkeimer zeigten sich u. a. folgende Unkrautsamenarten: *Agropyron repens* (L.) Pal., *Agrostis Spica venti* L., *Linaria vulgaris* Miller, *Datura Stramonium* L., *Veronica peregrina* L., *Ranunculus sceleratus* L., *Hyoscyamus niger* L., *Plantago major* L., *Cap-sella Bursa pastoris* (L.) Medikus, *Galinsoga parviflora* Cav., *Sinapis arvensis* L. u. a. m.

dd) *Der Einfluss der Temperatur auf die Samenkeimung*

Wie das Wachstum der Pflanzen jeweils von der herrschenden Temperatur beeinflusst wird, bedingt diese auch die Auslösung und den Verlauf der Keimung der Samen weitgehend. Hier wie dort zeigen sich spezifische, arteigene Temperaturminima, -optima und -maxima. Und je grösser die Differenz zwischen maximaler und minimaler Keimtemperatur einer Art ist, desto grösser ist auch ihre geographische Verbreitungsmöglichkeit und ihre Anpassungsfähigkeit. So konnte Schindler [zitiert nach Wehsarg (259, Heft 294)] beobachten:

	Mindest- temperatur:	Höchst- temperatur:	Differenz:
bei Hanf	1° C	45° C	44° C
bei Tabak	13—14° C	35° C	21—22° C

Gleiche Keimverhältnisse können auch bei unseren Ackerunkrautarten nachgewiesen werden. Die Ergebnisse unserer Keimlingszählungen (s. S. 273/74) lassen bei vielen Unkrautarten auch im Winter deutliche Keimung erkennen (s. S. 276), so dass hier bei relativ sehr niedriger Temperatur eine Keimung möglich sein muss.

Agrostemma Githago L.-Samen keimten z. B. bei unseren Versuchen im Kühlkeller bei 4—8° C vom 1. bis 30. September 1930 von 400 Samen 97,75 % und *Sinapis arvensis* L.-Samen:

Probe I vom 19. Dez. 1931—19. Jan. 1932 zu 34,00 %
 Probe II vom 19. Dez. 1931—18. März 1932 zu 39,00 %

Auch Heilpern⁽⁹⁰⁾ konnte beobachten, dass *Centaurea Cyanus* L.-Samen im Kühlkeller bei $\pm 0^{\circ}$ C innerhalb 15 Tagen zu 70 % aufkiefen.

Die Höchstkeimungstemperaturen sind einmal von der Samenart und ihrer Keimbeschaffenheit abhängig. Ausserdem werden sie auch noch vom Feuchtigkeitsgehalt des Keimbettes und der Luft beeinflusst, so dass hier keine festen Werte angegeben werden können.

Die Keimung der Samen wird, wie die meisten entsprechenden Versuche ergeben haben, besonders von intermittierenden Temperaturen beeinflusst. Als erster war es Eidam (1883) [zitiert nach Lehmann⁽¹⁵¹⁾ und Volkart⁽²⁴⁹⁾], der auf die keimungsbegünstigende Wirkung wechselnder Wärmegrade hinwies. Ausserdem beschäftigen sich damit v. Liebenberg, Cieslar, Jönsson, Burchard, Vanha, Ottenwälder, Gassner, Kinzel, Harrington [zitiert nach Doerfel⁽⁴⁴⁾, Lehmann⁽¹⁵¹⁾ und Pickholz⁽²⁰⁴⁾], sowie die letztgenannten drei Autoren selbst und auch Zade⁽²⁶⁸⁾, C. Kraus⁽¹³⁴⁾ u. a. m.

Die keimungssteigernde Wirkung der intermittierenden Temperaturen versuchen die einzelnen Autoren auf die verschiedensten Arten zu erklären, so dass es hier heute noch zur endgültigen Abklärung der Wirkursache der Wechseltemperaturen bei der Auslösung der Keimung der Samen weitgehender Versuche und Untersuchungen bedarf.

Im Anschluss finden hier noch die Keimungsverhältnisse einzelner Ackerunkrautarten Erörterung.

1. *Alopecurus agrestis* L. keimt nach unseren Erhebungen im Herbst, Winter und Frühjahr. Absolute Samenruhe und Keimungsperiodizität der Samen sind hier im allgemeinen nicht feststellbar. Die Samen sind unmittelbar nach der Samenreife auch keimreif. Während unsere Untersuchungen im Roggen nur Herbst- und Winterkeimung ergeben, keimen im Winterweizen *Alopecurus agrestis* L.-Samen erst im Winter und vornehmlich im Frühling und auf dem Brachland, bzw. im Sommergetreide- oder im Kartoffel- und Klee-feld besonders im Winter. Im Roggenfeld scheinen die Keimlinge im Frühjahr infolge Unterdrückung durch die Kulturpflanze teilweise zugrunde zugehen. Die Herbstkeimung im Roggenfeld und die Winter- und Frühjahrskeimung im Weizen- und Brachfelde dürfte auf Grund von Fruwirths⁽⁶⁹⁾ Untersuchungen (s. d. S. 6) mit

dem relativ eher flacheren Saatpflügen der Roggenfelder und mit dem eher tieferen Saat- und Winterpflügen der Weizen- und Brachfelder im Zusammenhang stehen; denn die entsprechenden Untersuchungen Fruwirths ergaben im allgemeinen höhere Keimprozentage, so namentlich im Herbst bei seichter Unterbringung der *Alopecurus agrestis* L.-Karyopsen. Im Frühjahr, nach Ablauf einer gewissen Samenruhe, wodurch nach Fruwirth auch bei *Alopecurus agrestis* L.-Früchtchen die Keimfähigkeit erhöht wird, keimen dann diese auch bei ihnen ungünstigen Keimungsbedingungen, wie z. B. bei tieferer Bodenlagerung. *Alopecurus agrestis* L. vergesellschaftet sich bei uns auf Grund der Keimlingszählungen in der verbesserten Dreifelderwirtschaft vornehmlich mit Winterroggen, wie es auch die Ergebnisse unserer botanischen Erhebungen im Felde zeigen (s. S. 97). *Alopecurus agrestis* L. erweist sich als annuell bis winterannuell. Aehnliche Keimungs- und Lebensverhältnisse wie wir stellte auch Fruwirth⁽⁶⁹⁾ bei *Alopecurus agrestis* L. fest, wenn er darüber in seiner Monographie auf S. 6 schreibt: « Die Früchtchen können ihre Samen, die zur Zeit der Abtrennung der ersteren noch weich (milchreif) sind, noch im Jahr der Reife zur Keimung bringen oder aber erst im Frühjahr. Zu befriedigender Keimung ist eine gute Austrocknung der Früchtchen und eine wenigstens kurze Samenruhe notwendig. »

Weiter ist bei Fruwirth auf Seite 19 zu lesen: « Die Keimung der ausgefallenen Samen kann im Herbst erfolgen, aber es keimt unter günstigen Verhältnissen nur ein Teil der Samen vor Winter, und zwar ein umso grösserer, je früher der Samen in dem betreffenden Jahr reifte, und je trockener es nach erreichter Reife war. »

Nach Fruwirths⁽⁶⁹⁾ Untersuchungen spielt bei der Keimung wie auch für das spätere vegetative Gedeihen von *Alopecurus agrestis* L. der Feuchtigkeitsgehalt des Keimbettes eine besonders entscheidende Rolle. So zählte Fruwirth nach im Frühjahr ins freie Land erfolgter Saat pro m²:

auf unbehandeltem Beet	357 Keimpflanzen
auf wiederholt angefeuchtetem Beet	515 »

Bei einem weiteren diesbezüglichen Versuch mit 4 Jahre alten, trocken gelagerten Samen konnten von je 200 ausgesäten Früchtchen in 34 Tagen gezählt werden:

in sehr feuchtem	Keimbett	195	Keimpflanzen	=	97,50 %	Keimfähigkeit
in feuchtem	»	161	»	=	80,50 %	»
in mässig feuchtem	»	167	»	=	83,50 %	»
in trockenem	»	110	»	=	55,00 %	»

Reichlicher Feuchtigkeitsgehalt des Standortes beeinflusst daher das Vorkommen von *Alopecurus agrestis* L., wie es auch die im Felde zu machenden Beobachtungen lehren, weitgehend, und Fruwirth sagt darüber auf Seite 9/10: «Reichliches Ausmass von Wasser ist sehr erwünscht, und begünstigt die Entwicklung ungemein, Trockenheit beeinträchtigt, und das reichere oder weniger reiche Ausmass von Wasser ist es auch, das in erster Linie das besonders starke oder wenig merkbare Auftreten des Unkrautes bedingt.»

Die *Alopecurus agrestis* L.-Früchtchen bewahren ihre Keimfähigkeit im Boden gelagert während mehreren Jahren, und bei Weh-sargs Versuchen liefen Keimlinge dieser Art im 6. Versuchsjahre noch auf.

Auch nach Fruwirth⁽⁶⁹⁾ und Korsmo⁽¹²⁰⁾ ist *Alopecurus agrestis* L. annuell bis winterannuell. Klein⁽¹²⁰⁾ bezeichnet sie als «einjähriges» Ackerunkraut, Schinz und Keller⁽²²⁵⁾ als überwinternde einjährige Pflanze, Hegi⁽⁸⁹⁾ als ein- oder zweijährig.

2. *Agrostis Spica venti* L.-Samen keimen bei uns im Wintergetreide vorwiegend im Herbst und im Winter, im Brachland dagegen im Winter. Hier werden die Winterkeimlinge im Frühjahr durch die Feldbestellung meist vernichtet, und *Agrostis Spica venti* L. ist die Begleitpflanze der Winterfrucht, vornehmlich des Winterroggens. Unsere quantitativen Keimlingsaufnahmen ergaben hier im Frühling gegenüber den Winteraufnahmen bei Roggen und Weizen eine geringe Abnahme der Keimlingszahl pro Flächeneinheit, woraus geschlossen werden muss, dass durch die Konkurrenz der Kulturpflanze um Nahrung und Lebensraum diese Unkrautkeimlinge z. T. vernichtet werden. Im Winterroggenacker müssen den *Agrostis Spica venti* L.-Karyopsen zum Keimen und den Keimlingen zu ihrer weiteren vegetativen Entwicklung besonders günstige Lebensbedingungen geschaffen werden. Unsere Keimlingszählungen ergaben auf den Winterroggenfeldern pro Flächeneinheit die weitaus grössten Keimlingszahlen. Dieses hier üppige Gedeihen ist vornehmlich zurückzuführen auf die frühe Feldbestellung. Ausserdem schützt die junge Roggensaat diese Unkrautkeimlinge vor Herbst- und Winter-

frösten und erhält ihnen ein relativ feuchtes Keimbett. Wenn auch die *Agrostis Spica venti* L.-Samen, wie die Keimversuche von Pieper⁽²⁰⁵⁾ zeigen, bei relativ tiefer Temperatur (nach Pieper schon bei + 5° C) zu keimen beginnen, so liegt das Temperatur-optimum der Keimung bei etwa 20° C. Die weiten Keimungstemperaturgrenzen bedingen auch im Feld die Herbst- und Winterkeimung. Strenge Keimruhe ist bei *Agrostis Spica venti* L.-Samen nicht zu finden. Sie keimen unmittelbar nach dem Ausfall. Durch eine kurze Nachreife (Pieper stellte fest, dass diese bloss 3 Wochen betrage) wird die Keimung, wie bei unseren Getreidearten erhöht. Besonderen Einfluss auf die Keimung übt hier nach den Pieper-schen Versuchen das Licht aus. So liefen auf:

Belichtet bei	20° C	= 57 % *)
Verdunkelt bei	20° C	= 6 % *)
Verdunkelt bei	20—30° C	= 5 % *)

Agrostis Spica venti L. bedarf zum Keimen, wie manche andere Gramineenart Licht, so dass auch geringes Unterbringen der auf den Ackerboden ausgefallenen Samen ein Auskeimen dieser Samen verhindert oder hemmt. Bei mit *Agrostis Spica venti* verunkrauteten Feldern muss daher die Schälffurche der Stoppeln ganz flach gezogen werden, sollen die ausgefallenen Samen auf der Schälffurche zum Auflaufen gelangen. Besseren Erfolg wird aber hier unter diesen Umständen ein Aufritzen des Bodens mit dem Cultivator oder der Egge zeitigen. Es keimten nach den entsprechenden Pieper-schen Versuchen:

6 cm unter Sand	0 %
1 cm » »	0 %
3 mm » »	5 %
1 mm » »	45 %
auf Sand	48 %

Pieper konnte weiter nachweisen, dass hier neben dem Licht auch die Luftzufuhr massgebenden Einfluss auszuüben vermag. Gross scheint zum Keimen das Wasserbedürfnis der *Agrostis Spica venti*-Früchtchen zu sein, wodurch auch das periodische massenhafte

*) Es darf hier nicht unberücksichtigt bleiben, dass auch das Alter der Samen, d. h. ob die Keimruhe der geprüften Samen abgelaufen ist oder nicht, die Versuchsergebnisse weitgehend zu beeinflussen vermag.

Auftreten und das lokale Vorkommen von *Agrostis Spica venti* L. bedingt wird, worauf wir bereits früher schon hingewiesen haben. Die entsprechenden Versuche von Pieper ergaben folgende Daten:

Eingekeimt 15. Februar	Es keimten im Mittel von 2 × 100 Samen			
	22. Febr.	28. Febr.	5. März	Summa
Bei 80 % Wasser der Wasserkapazität des Sandes	41	18	2	61
Bei 60 % Wasser der Wasserkapazität des Sandes	32	24	2	58
Bei 10 % Wasser der Wasserkapazität des Sandes	—	1	1	2

Die Ergebnisse veranschaulichen deutlich das Wasserbedürfnis der Samen von *Agrostis Spica venti* L. bei der Keimung. Diese Verhältnisse sind in der freien Natur für das Gedeihen des Windhalmes von grosser Bedeutung; denn da die Samen dieser Art ausserdem zum Keimen licht- und luftbedürftig sind, so können nur die auf der Ackeroberfläche oder die nur in ganz geringer Bodentiefe liegenden Früchtchen zur Keimung gelangen. Da hier aber in erster Linie zum Keimen Wassermangel eintritt, so stehen dem Windhalm verhältnismässig selten — nämlich nur während längeren Regenperioden — genügende Mengen Feuchtigkeit zum Keimen zur Verfügung. Diese Verhältnisse bedingen auch eine Begrenzung der Keimzeit (Herbst- und vorwiegend Winterkeimung). Die Versuche von Pieper⁽²⁰⁵⁾ zeigen weiter, dass die Keimfähigkeit bei den im Boden gelagerten Samen umso besser erhalten bleibt, je tiefer die Samen im Boden liegen. Nach Versuchen von Korsmo⁽¹²⁹⁾ bewahren trocken aufbewahrte Windhalm-Samen ihre Keimfähigkeit während längerer Zeit. So liefen nach 7 Jahren in Sand noch 23 % auf. Pieper⁽²⁰⁵⁾ konnte nach zweijähriger trockener Aufbewahrung nur eine ganz geringe Abnahme der Keimkraft feststellen. Er findet aber, dass im freien Felde die wenig geschützten Früchte von *Agrostis Spica venti* unter den wechselnden Einflüssen der Witterung verhältnismässig rascher ihre Keimfähigkeit verlieren werden. Nach Chrebtow⁽³²⁾ keimen die Samen im allgemeinen etwas zögernd, besitzen aber relativ gute Keimfähigkeit. Bei seinen Versuchen liefen von anfangs März bis Ende Mai 1909 88 % der ausgelegten Samen auf. Auch Pieper⁽²⁰⁵⁾ betrachtet *Agrostis*

Spica venti vorwiegend als Begleitpflanze des Wintergetreides, besonders des Winterroggens. Sie zeigt sich bei uns, wie sie auch Pieper⁽²⁰⁵⁾ und Klein⁽¹²⁰⁾ schildern, als annuelle bis winterannuelle Unkrautart. Schinz und Keller⁽²²⁵⁾ kennen sie als winterannuelle Pflanze und Korsmo⁽¹²⁰⁾ als einjähriges, gelegentlich in südlicheren Gegenden überwinterndes Gras.

3. *Poa trivialis* L. als ausdauernde, oberirdische ausläufertreibende Wiesenpflanze keimt nach unseren Erhebungen im Ackerland der schweizerischen Dreifelderwirtschaft im Winterroggen vorherrschend im Herbst, im Winterweizen und auf dem Brachland aber auch im Frühling. Sie begleitet bei uns als Ackerunkraut vornehmlich das Wintergetreide (Gerste, Roggen und Weizen). Korsmo⁽¹²⁰⁾ und Klein⁽¹¹⁹⁾ kennen *Poa trivialis* als Ackerunkraut nicht. Klein⁽¹¹⁹⁾ betrachtet sie aber als Wiesenpflanze. Auch Volkart⁽²⁵¹⁾ fand sie im Gebirge als Ackerunkraut (mit Ausnahme des Val Blenio und des Schanfiggs mit einer Frequenzzahl 2) nur ganz vereinzelt.

Nach Wehsarg⁽²⁶⁰⁾ kommt *Poa trivialis* vor in Winterung und im Klee. Hegi⁽⁸⁹⁾ schreibt darüber (I. Bd. S. 304): «Seine Hauptrolle spielt das gemeine Rispengras zwar auf solchen Wiesen, welche durch natürliche Berasung auf Luzerne- und Esparsetteäckern entstanden sind, sowie auf lückenhaften Kunstwiesen und kultivierten Mooren». Bei Stebler und Volkart⁽²³⁵⁾ lesen wir dagegen auf S. 17, II. Bd.: «Das gemeine Rispengras liebt feuchte Standorte und siedelt sich deshalb gerne auf feuchten Wiesen, auf frischen Aeckern, an Gräben und Ufern, in Gebüsch, ja selbst in lichten Waldungen an...» Und weiter: «Ganz besonders liebt das gemeine Rispengras den Schatten höherwachsender Wiesenpflanzen. Auf gutem Boden siedelt es sich deshalb mit Vorliebe auf allen Klee- und Grasschlägen an, wo der eingebaute Klee und das Gras verschwunden sind». Auf die Schattenwirkung der Kulturpflanzen darf auch die Herbstkeimung in der sich z. T. noch im Herbst bestockenden Roggensaat und die Frühlingskeimung im sich im Nachwinter und im Vorfrühling bestockenden Winterweizen zurückgeführt werden. Nach Versuchen von Stebler und Volkart⁽²³⁵⁾ verlieren trocken aufbewahrte Samen von *Poa trivialis* L. ihre Keimfähigkeit relativ schnell, wie folgende entsprechende Daten zeigen:

Keimfähigkeit %	Ursprünglich	nach Anzahl Jahren:								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
	90—98	58	54	31	16	3	4	—	—	—

Unter diesen Umständen darf auch angenommen werden, dass *Poa trivialis*-Samen auch im Ackerboden gelagert, seine Keimfähigkeit verhältnismässig nach kurzer Zeit ganz oder teilweise verliert.

4. *Polygonum aviculare* L. zeigt sich bei uns als Winter- und Frühjahrskeimer und vergesellschaftet sich vorwiegend mit Winterweizen. Nach unseren Untersuchungen scheint diesen Samen eine Samenruhe eigen zu sein; denn Herbstkeimung konnte von uns nirgends festgestellt werden. Scheer⁽²¹⁸⁾ stellt dagegen hier in Winterroggen neben vorwiegender Frühjahrskeimung auch im Spätherbst Aufläufer fest. Auch Korsmo macht darauf aufmerksam, dass die Samen nach Ueberwinterung im Freien — nicht aber nach Trockenlagerung — schnell keimen und noch in Saattiefen bis zu 8 cm aufgehen. Nach Bornemann⁽⁹⁾ und Fawcett [zitiert nach Fruwirth⁽⁷²⁾] keimen *Polygonum aviculare*-Samen allein im Frühjahr. Bei Bodenlagerung wird die Keimfähigkeit lange Zeit bewahrt, so nach den Versuchen von Peter [zitiert nach Wehsarg^(259, Heft 294)] bis zu 22 Jahren. Nach Versuchen von Rostrop⁽²¹²⁾ waren *Polygonum aviculare*-Samen auch nach dem Passieren des Verdauungstractus der Wiederkäuer (Rind) zu rund $\frac{1}{2}$ noch keimfähig, so dass mit frischem Stallmist viele keimfähige Samen aufs Ackerland gebracht und die Felder mit dieser Unkrautart verseucht werden können. *Polygonum aviculare* ist allgemein als anuelle Unkrautart bekannt.

5. *Polygonum Convolvulus* L. stellt einen typischen Vertreter der Frühjahrskeimer dar und findet sich deshalb in Winter- und Sommergetreide. Nach Scheer⁽²¹⁸⁾ besitzt sie im Brandenburgischen in Winterroggen 2 Keimperioden und keimt hier im Herbst vorwiegend aber im Frühjahr; in Hafer, Kartoffeln und Runkelrübenfeldern dagegen nur im Frühjahr (s. d. S. 164). Nach unseren Keimlingserhebungen und den statistischen Feldaufnahmen ist diese Unkrautart vornehmlich (prozentual) mit Winterweizen vergesellschaftet. Die im Sommer und Herbst gereiften und ausgefallenen Samen keimen, wie die Untersuchungen zeigten, erst im folgenden Frühjahr. Sie bedürfen daher zur Erlangung der Keimreife nach der

Samenreife über Winter einer Nachreife bzw. Samenruhe. Durch Ueberwinterung im Freien und Einwirkung von Frost und intermittierender Temperaturen scheint daher der Keimreifeprozess stimuliert und die Keimfähigkeit günstig beeinflusst zu werden, worauf auch K o r s m o ⁽¹²⁹⁾ hinweist. W e h s a r g ^(259, Heft 294) beobachtete, dass auch eine starke Kalkdüngung das Auflaufen von *Polygonum Convolvulus*-Samen beschleunigt und steigert. Tiefenversuche von K o r s m o ergaben, dass diese Samen bis in Tiefen von 9 cm keimen. Die optimale Saattiefe beträgt hier 0,5—4 cm. C h r e b t o w s ⁽³²⁾ Versuche ergaben eine Keimfähigkeit von nur 25 %. Die Keimung erfolgte hier im Keimapparat ausschliesslich im März und April. *Polygonum Convolvulus* ist allgemein als Frühjahrskeimer und als annuelles Ackerunkraut bekannt.

6. *Stellaria media* (L.) Vill. ist eine gemeine Ackerunkrautpflanze. Sie keimt und fruchtet das ganze Jahr. In Winterroggen keimt sie im Herbst und Winter. Auf Grund der Anzahl der Keimlinge pro Flächeneinheit unserer Erhebungen im Winter und Frühling scheinen hier im Frühling durch die Konkurrenz der Kulturpflanzen die Unkrautkeimlinge bis zu $\frac{1}{2}$ einzugehen, während im Winterweizen auch im Frühling eine weitere Keimlingszunahme konstatiert werden konnte. Im Brachland, bzw. in den Sommergetreidefeldern gehen die Keimlinge vornehmlich im Frühjahr auf. Diese Keimungsverhältnisse dürften nach den K r ü g ' s c h e n ⁽¹³⁷⁾ Keimversuchen mit der Keimtemperatur im Zusammenhang stehen. Nach ihm beträgt die optimale Keimtemperatur 19—20° C. *Stellaria media* (L.) Vill. ist bei uns im Winter- und Sommergetreide, wie auch im Kartoffelland anzutreffen, am häufigsten im Getreideland in der Wintergerste. V o l k a r t fand sie im Gebirge vorwiegend im Sommergetreide. Obwohl *Stellaria media* L. das ganze Jahr keimt, zeigen die K r ü g ' s c h e n Keimversuche das Vorhandensein einer ca. $\frac{1}{2}$ jährigen Samenruhe. Die gleichen Ergebnisse zeitigten auch C h r e b t o w s ⁽³²⁾ Keimversuche. Von im Sommer 1908 gesammelten Samen keimten im Herbst 1908 in Keimapparaten im Oktober nur 12 %, im Frühling dagegen nach Ablauf der Samenruhe von anfangs bis Mitte März 86 %, im April 1 %, total bis zum 10. Juni 1909 87 %. Auch K o r s m o ⁽¹²⁹⁾ konnte feststellen, dass der Same im Frühjahr nach Ueberwinterung im Freien schnell aufläuft, nicht aber in grösserer Tiefe als 3 cm keimt. Ausserdem scheint hier

nach den Versuchen von L e h m a n n ⁽¹⁵⁰⁾ das Keimmedium auf die Keimung einen bedeutenden Einfluss auszuüben. So keimten darnach vom 6. April bis 20. Oktober 1909:

auf Erde	84 %
auf Filtrierpapier	6 %
auf Filtrierpapier über Erde	72 %
auf reinem Sand	99 %
auf Filtrierpapier über Glasplatte	0 %

Die Samen von *Stellaria media* bleiben lange Zeit, besonders bei Bodenlagerung keimfähig. Nach den Versuchen von Beal [zitiert nach Wehsarg ^(259, Heft 294)] keimten sie noch nachdem sie 25 Jahre im Boden vergraben waren. *Stellaria media* (L.) Vill. ist allgemein als annuelle bis winterannuelle Unkrautpflanze bekannt. Nach Hegi ⁽⁸⁹⁾ kann sie aber, insofern etwas Schutz für die unteren Stengelglieder da ist, mehrjährig werden.

7. *Sagina procumbens* L. zeigt sich bei unseren Keimlingsuntersuchungen als Winter- und Frühlingskeimer. Im Winterroggen im Schutze der Saat keimen die Samen dieser Art schon im Nachwinter, in der relativ dünnen Winterweizensaat dagegen erst im Frühjahr. Einerseits wird die dem Samen eigene Samenruhe andererseits aber die zum Keimen notwendige relativ höhere Temperatur diesen Keimungsrythmus hier bedingen. Sie vergesellschaftet sich bei uns auf Grund der Resultate der Keimlingszählungen und der botanischen Feldaufnahmen mit Winter- und Sommergetreide ungefähr im gleichen Grade. Die grösste Frequenzzahl weist sie bei der Wintergerste, die geringste beim Winterweizen auf, was wieder auf die zum Keimen notwendige Schutzwirkung der Saat und auf die relativ höhere optimale Keimungstemperatur zurückgeführt werden kann. *Sagina procumbens* scheint nicht ein allgemein verbreitetes Ackerunkraut zu sein; denn Korsmo ⁽¹²⁹⁾, Wehsarg ⁽²⁶⁰⁾ und Fruwirth ⁽⁷²⁾ nennen sie nicht. Vielfach wird die unscheinbare, niederliegende Pflanze auch übersehen. Auch ihre Schadwirkung scheint gering zu sein, so dass sie als Ackerunkraut nur geringe Bedeutung hat. Volkart ⁽²⁵¹⁾ fand sie im Gebirge nur einmal im Val Blenio (Tessin). Nach Hegi ⁽⁸⁹⁾ kommt sie aber vor: «gemein auf feuchten Aeckern, Getreidefeldern, an Wegrändern, Mauern, Gräben...». Wir fanden sie im untersuchten Dreifeldergebiet auf 54 von 272 Feldern = 19,8 % (s S. 60). Schinz und Keller ⁽²²⁵⁾

wie auch Hegi⁽⁸⁹⁾ kennen sie als ausdauernde Pflanze. Nach den Peter'schen⁽²⁰²⁾ Untersuchungen [zitiert nach Wehsarg⁽²⁵⁹⁾, Heft 294] bewahren die Samen ihre Keimfähigkeit bei Bodenlagerung sehr lange (bis 46 Jahre).

8. *Ranunculus arvensis* L. Im Winterroggen scheint die Keimung vornehmlich im Herbst zu erfolgen. Nach unseren Erhebungen ist hier im Winter und Frühling gegenüber dem Herbst eine Abnahme der Keimlingszahl pro Flächeneinheit festzustellen. Wir müssen daraus auf eine Vernichtung der Keimlinge während des Winters und auch während des Frühlings, verursacht durch die Konkurrenz der Getreidesaat, schliessen. Im Winterweizen scheint die Keimung hauptsächlich im Winter zu erfolgen. Im Frühjahr tritt auch hier eine Keimlingsabnahme ein. Nach unseren Erhebungen ist sie eine Begleitpflanze des Wintergetreides und vornehmlich des Winterroggens. Volkart⁽²⁵¹⁾ fand *Ranunculus arvensis* L. im Gebirge nicht. Auch Korsmo⁽¹²⁹⁾ erwähnt den Ackerhahnenfuss nicht. Hegi⁽⁸⁹⁾ weist auch darauf hin, dass sie in den Voralpen nur vereinzelt auftritt und in der Arktis fehlt. Nach Fruwirth⁽⁷²⁾ keimt der Samen meist erst im auf die Reife folgenden Jahre. Nach Zoebel [zitiert nach Wehsarg⁽²⁵⁹⁾, Heft 294] verliert der Samen seine Keimfähigkeit bei Lagerung in Jauche nach kürzester Zeit. Wehsarg⁽²⁵⁹⁾, Heft 294) weist darauf hin, dass die Samen unmittelbar nach der Samenreife nicht keimfähig sind. Der sehr kleine Embryo muss sich erst in feuchter Lage auf Kosten des reichlichen Endosperms weiter entwickeln, ehe eine eigentliche Keimung eintritt. Die Samen bedürfen daher zum Keimen im Herbst und Frühling einer grösseren Feuchtigkeit, ja Nässe im Boden, so dass Vorkommen und Gedeihen von *Ranunculus arvensis* L. weitgehend im Zusammenhang mit dem Feuchtigkeitsgrad des Standortes stehen. Die im freien Felde immer wieder zu machenden Beobachtungen belehren auch, dass der Ackerhahnenfuss nach einem nassen Herbst oder Frühling häufiger gedeiht und in nassen Jahren massenhaft erscheinen kann. Zudem ist er auch auf hochdisperssem, schwerem Ackerboden (s. auch S. 147), oder auf mit einer im Untergrund für Wasser undurchlässigen oder nur schwer durchlässigen Schicht zu finden. Diese Besiedlungsverhältnisse werden weitgehend vom hohen Wasserbedürfnis des Samens während der Keimreifung bedingt. Der Ackerhahnenfuss ist annuell bis winterannuell.

9. *Papaver Rhoëas* L. zeigt sich im Winterroggen und -weizen als Herbst- und Frühjahrskeimer, im Brachland bzw. in den Sommergetreidefeldern vornehmlich als Frühjahrskeimer. Unsere Keimlingszählungen ergeben hier im Winterroggen und besonders im Winterweizen im Winter eine Abnahme der Keimlingszahl pro Flächeneinheit. Diese Erscheinung, wie auch die fast absolute Frühjahrskeimung auf dem Brachland scheinen mit der Schutzwirkung der Getreidesaat auf diese Unkrautkeimlinge verbunden zu sein. Während die festgestellte Abnahme der Keimlinge in der relativ dichteren Roggensaat mit grösserem Frostschutz gering ist, so beträgt diese im lichterem, weniger schützenden Winterweizen beinahe 40 %. Auf dem ungeschützten Brachland tritt bis im Frühjahr eigentlich überhaupt keine Keimung ein. Bornemann⁽⁹⁾ erwähnt auch, dass *Papaver Rhoëas*-Keimlinge im Winter oft erfrieren. Unsere Keimversuche im Laboratorium (s. S. 267) lassen bei *Papaver Rhoëas* deutlichen Keimungsrythmus mit Keimungssteigerung im Spätherbst und Winter erkennen. Diese Keimungserscheinungen bestätigen auch Versuche Wehsargs^(259, Heft 294). Dieser nimmt ferner an, dass die Keimreife der Mohnsamen durch den Winterfrost aufgehoben werde und eine zweite, schwache Keimperiode erst im Frühjahr sich wieder einstelle. Die Keimungsverhältnisse scheinen auch die Lebensgemeinschaft von *Papaver Rhoëas* mit einzelnen Kulturpflanzen weitgehend zu beeinflussen und den Vergesellschaftungsgrad zu bedingen. Vornehmlich ist *Papaver Rhoëas* die Begleitpflanze des Wintergetreides, und hier wieder nach unseren Erhebungen in erster Linie von Wintergerste und Winterroggen. Nach den Versuchen von Dorph-Petersen⁽⁴⁷⁾ bleibt der Samen bei trockener Aufbewahrung während mehreren Jahren keimfähig. Und Bornemann⁽⁹⁾ erwähnt, dass sich auf einem 8jährigen Esparsettefeld plötzlich Ackermohn massenhaft entwickelte, so dass die Samen während mehreren Jahren ihre Keimfähigkeit im Boden gelagert bewahrt haben müssen. *Papaver Rhoëas* L. ist allgemein als eine annuelle und winterannuelle Unkrautpflanze bekannt.

10. *Alchemilla arvensis* (L.) Scop. muss als Herbst und Winterkeimer betrachtet werden. Im Winterroggen und im Winterweizen geht die Keimlingszahl pro Flächeneinheit im Frühling zurück. Durch die Konkurrenz der Kulturpflanze wird dieses kleine Pflanz-

chen unterdrückt und z. T. vernichtet. Auf dem offenen Brachlande scheint der Same ohne Schutz auch nicht keimen zu können. Die besten Keimungs- und Vegetationsbedingungen scheint diese Unkrautart im Winterroggen zu finden und vergesellschaftet sich vorwiegend mit diesem, weniger mit Wintergerste und seltener mit Winterweizen. Ihre Keimungsverhältnisse (Herbstkeimung) bedingen auch das häufigere Auftreten im Wintergetreide als im Sommergetreide. Auch Scheer⁽²¹⁸⁾ stellte sie im Brandenburgischen nur in Wintergetreide als Herbstkeimer fest. Volkart⁽²⁵¹⁾ fand sie im Gebirge nicht. Auch Korsmo⁽¹²⁹⁾, Fruwirth⁽⁷²⁾, Bornemann⁽⁹⁾, Klein⁽¹²⁰⁾ nennen sie als Ackerunkraut nicht. In nordamerikanischen Werken, wie bei Clark⁽³⁹⁾ und bei Georgia⁽⁷⁶⁾ wird sie nicht angeführt, worauf auch Wehsarg^(259, Heft 294) hinweist. In Russland konnte *Alchemilla arvensis* von Malzew^(157 bis 161), Chrebtow^(31 und 33), Paczowski⁽¹⁹⁴⁾, Nenjukow⁽¹⁷⁸⁾, Schewelew⁽²²⁰⁾, Janata⁽¹⁰³⁾ und Skalosubow⁽²³⁰⁾ auch nicht, weder als Getreideunkraut noch ihre Samen im Boden oder im Getreide festgestellt werden. Hegi⁽⁸⁹⁾ gibt an, dass *Alchemilla arvensis* (L.) Scop. in Frankreich und England erst im 16. Jahrhundert beobachtet worden ist. Heute ist sie nach ihm nördlich bis zu den Shetlandinseln, bis Dänemark, Südschweden und Kurland zu finden. Sie ist ein orientalisches mediterranes Element und ist bei uns ein Archaeophyt. Nach Hegi⁽⁸⁹⁾ ist sie im Mittelmeergebiet in der Regel sommerannuell, in Mitteleuropa keimt sie dagegen, wie auch wir festgestellt haben, meist im Herbst oder Spätherbst. Nach Wehsarg^(259, Heft 294) keimt sie im Herbst, ist winterannuell und findet ihre Hauptverbreitung im Wintergetreide, und ihre Samen keimen noch nach längerer Bodenlagerung. In zum Keimen der darin sich befindenden keimfähigen Unkraut samen ausgelegten Bodenproben liefen nach Wehsarg im 7. Beobachtungsjahre noch Keimlinge von *Alchemilla arvensis* (L.) Scop. auf. Bei uns muss sie als winterannuelle, seltener als annuelle Unkrautart betrachtet werden.

11. *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray keimt bei uns im Winterroggen nur im Herbst. Während des Winters und im Frühling nimmt hier die Keimlingszahl pro Flächeneinheit um mehr als 50 % ab. Zum Teil werden die Keimlinge infolge Unterdrückung durch die Roggen saut eingehen, zum Teil wird aber auch der Winterfrost hier schä-

digend einwirken. Im Winterweizen ist die Keimung überhaupt gering, tritt aber vornehmlich erst im Frühjahr ein. Auf dem Brachland, bezw. im Sommerfruchtland konnten wir nur Frühjahrskeimung feststellen. Wahrscheinlich fehlen diesem Ackerunkraut im Winterweizen und auf den Brachfeldern im Herbst und Winter die zum Keimen günstigen Umweltfaktoren, wie hoher Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und Frostschutz. Namentlich scheint der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens auf das Vorkommen und das Gedeihen von *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray von entscheidender Bedeutung zu sein; denn der Praktiker kann im Felde immer wieder die Beobachtung machen, dass die «Rauhaarige Wicke» nach einem nassen Herbst oder nach regenreichen Frühjahren besonders häufig auftritt und unter dem Getreide bedeutenden Schaden verursacht. Unsere diesbezüglich angestellten Keimversuche bestätigen unsere Vermutung denn auch.

Die Keimversuche wurden von uns mit Samen der Erntejahre 1930 und 1931 in Mitscherlichttöpfen, die im Glashaus der Eidgenössischen Landw. Versuchsanstalt Oerlikon bei durchschnittlich 22° C aufgestellt wurden, ausgeführt. Die im freien Felde gesammelten Samen wurden bis zur Saat in Papierdüten bei Zimmertemperatur trocken aufbewahrt. Jeder Mitscherlichttopf wurde (12./14. Nov. 1931) mit 4 kg weissem Quarzsand und darüber mit 2,500 kg unkrautfreier Walderde gefüllt. Nach der Saat wurden die Samen mit 240 gr Walderde bedeckt, so dass jeder Topf 6,740 kg Sand und Erde mit einem Trockensubstanzgehalt von 6,460 kg enthielt. Nach dem Einfüllen wurden alle Töpfe während 12 Stunden in ein Wasserbassin gestellt und durch Eindringen des Wassers durch die mit Watte fest verstopfte schlitzförmige Bodenöffnung auf volle Wasserkapazität gesetzt. Nach Abtropfen des überschüssigen Wassers wurde durch Tarierung der Töpfe die Wasserkapazität festgestellt. Der auf diese Art ermittelte maximale Wassergehalt des Keimmediums betrug im Durchschnitt aller Töpfe 2,100 kg oder 33,65 % der Trockensubstanz. Die Töpfe wurden dann ca. 1 Monat zum Austrocknen im Glashaus stehen gelassen, zum Teil noch im Trockenschrank auf dem Wasserbad bei 50—60° C bis zum gewünschten Feuchtigkeitsgehalt nachgetrocknet, um dann Erde und Sand unter Zusetzung von Wasser auf den gewünschten Wassergehalt zu setzen. Die Saat erfolgte am 11. und 14. Dez. 1931. Jeder Topf wurde mit 100 Samen

belegt. Jede Versuchsanordnung wurde vierfach ausgeführt (je 2 Töpfe mit Samen der Ernte 1930 und 1931). Jeden zweiten bis dritten Tag wurden die Töpfe kontrolliert, die aufgelaufenen Keimlinge gezählt und entfernt, die Töpfe tariert, die Wasserverdunstung bestimmt und das verdampfte Wasser wieder ersetzt. Zum Begießen der Töpfe wurde gewöhnliches Leitungswasser verwendet. Die Versuche dauerten vom 11. bzw. 14. Dezember 1931 bis zum 20. Januar 1933. Die Versuchsergebnisse und die graphische Darstellung derselben lassen wir hier folgen.

Zur Kontrolle und um eine Vergleichsbasis zu erhalten, haben wir auch mit je 2×100 *Vicia hirsuta*-Samen der Erntejahre 1930 und 1931 in Fliesspapier und in Tontöpfen in $\frac{1}{4}$ Quarzsand und $\frac{3}{4}$ unkrautfreiem Leimboden (entnommen bei einem Erdaushub im Hofe der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon in ca. 3 m Tiefe), dem in der obersten Schicht noch 50 gr Torf pro Topf beigemischt wurde, Keimversuche, die ebenfalls im Glashaus der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon bei durchschnittlich 22° C aufgestellt wurden, ausgeführt. Hier wurde das Keimmedium stets genügend feucht gehalten. Die Versuche dauerten vom 10. November 1931 bis zum 10. November 1932. (Resultate s. S. 301.)

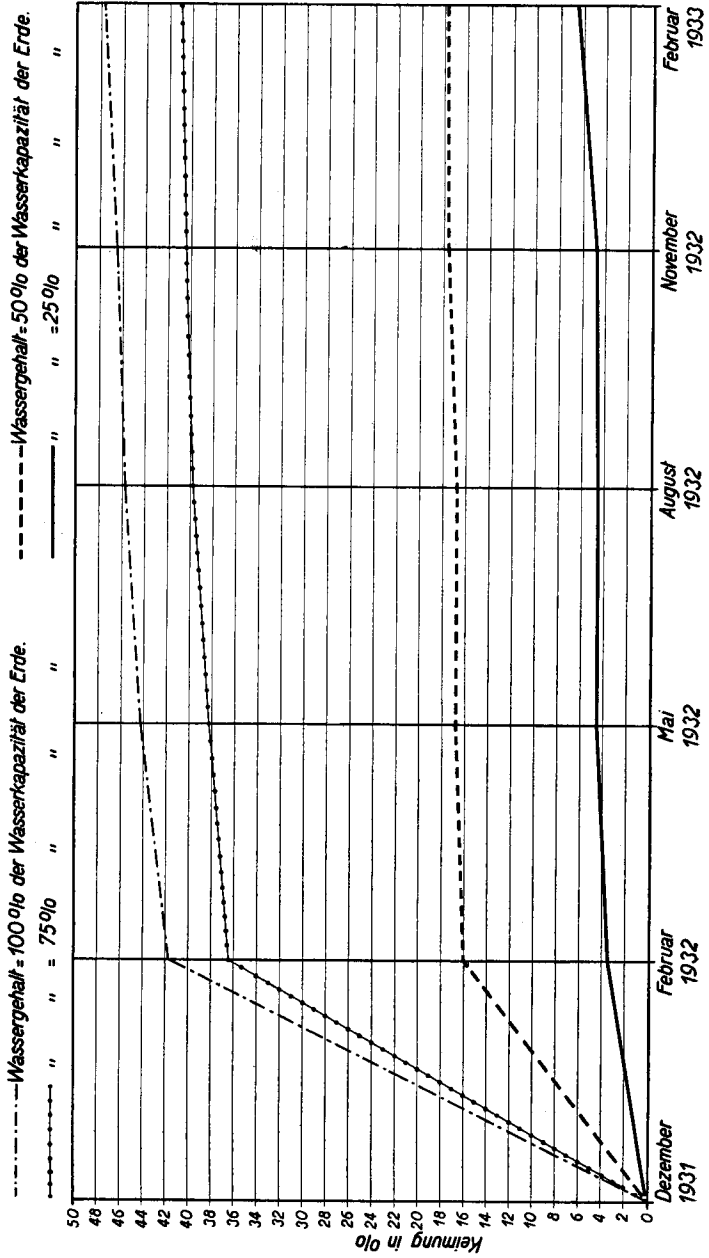
Keimverhältnisse von *Vicia hirsuta*-Samen bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt des Keimmediums (Boden)

Feuchtigkeitsgehalt des Bodens	Keimprozentage in verschiedenen Zeitperioden:										
	1 9 3 1		— 1 9 3 2		1 9 3 3		1 9 3 3		Durchschnitt		
	Dezember/ Februar	Mai	August	November	Total	Februar	Ernte	Ernte	Ernte	Ernte	
1. Wassergehalt = 100 % der Wasserkapazität des Bodens	38,50	45,00	40,50	48,00	42,50	49,00	43,50	49,50	45,00	50,50	47,75
2. Wassergehalt = 75 % der Wasserkapazität des Bodens	35,50	37,50	37,00	39,50	37,50	42,00	37,50	43,50	38,00	44,00	41,00
3. Wassergehalt = 50 % der Wasserkapazität des Bodens	15,00	17,00	16,50	17,00	16,50	17,00	17,50	17,50	18,00	17,50	17,75
4. Wassergehalt = 25 % der Wasserkapazität des Bodens	4,50	2,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	5,00	8,00	6,50
5. Wassergehalt = anfangs 25 %, später keine Begriessung mehr	—	—	24,00	13,00	25,00	14,00	25,00	16,00	21,00	12,00	—
			*)				**)				

*) Bei je einem Topf mit Samen der Erntejahre 1930 und 1931 (vom 5. V. 1932 an) Feuchtigkeitsgehalt des Keimbettes (Erde) auf volle Wasserkapazität gestellt:
 Total Samen der Ernte 1930 zu 25,00 % gekeimt,
 » 1931 zu 16,00 % gekeimt,
 » » Im Durchschnitt 1930/1931 zu 20,50 % gekeimt.

**) Bei je einem Topf mit Samen der Erntejahre 1930 und 1931 (vom 24. XII. 1932 an) Feuchtigkeitsgehalt des Keimbettes (Erde) auf volle Wasserkapazität gestellt:
 Im Durchschnitt 1930/1931 zu 16,50 % gekeimt.

Vicia hirsuta. Keimverhältnisse bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt des Keimmediums.[Erde]



Kontrollkeimversuche mit *Vicia hirsuta*-Samen

Keimprozentage in verschiedenen Zeitperioden:

1 9 3 1		1 9 3 2		1 9 3 3		Total	Durchschnitt			
September/ November	Februar	Mai	August	November	Februar	Ernte 1930	Ernte 1930/31			
Ernte 1930	14,25	17,25	15,50	17,75	16,25	18,50	16,25	20,50	16,75	18,63
Ernte 1931	41,50	37,50	45,50	38,50	48,00	39,50	49,50	40,50	51,50	46,00

Art
des Versuchsverfahrens:

1. Kontrollversuch in Fließpapier im Glashauss*)
2. Kontrollversuch in Erde im Glashauss

*) Am 10. XI. 1932 von Ernte 1930 von 200 gesäten Samen 20,50 % gekeimt und 55,50 % ungekeimt gesund.
Am 10. XI. 1932 von Ernte 1931 von 200 gesäten Samen 16,75 % gekeimt und 46,50 % ungekeimt gesund.

Der Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Keimversuche ergibt in erster Linie einen deutlichen Einfluss des Keimmediums auf die Keimfähigkeit der *Vicia hirsuta*-Samen. Bei Erde als Keimbett erhalten wir bedeutend höhere Keimergebnisse als bei Fliesspapier, so dass angenommen werden muss, dass Erde als Keimmedium stimulierend auf die Keimung von *Vicia hirsuta*-Samen wirkt, sei es, dass die harte Samenschale durch Bodenbakterien und Bodensäuren angegriffen und zum Teil zersetzt und dadurch für Wasser durchdringlicher wird, oder dass die Erde die Keimreife der Samen beschleunigt. Ausserdem zeigen unsere Keimversuche mit verschiedener sehr feucht gehaltener Erde als Keimbett weitgehend übereinstimmende Resultate. Der Einfluss des Keimmediums auf die Keimung von *Vicia hirsuta*-Samen kann aber auch wie bei *Agrostemma Githago*-Samen (s. S. 267/68) durch die Lichteinwirkung und die Entstehung von «lichtharten» Samen (namentlich bei Keimung in Fliesspapier) bedingt werden (s. Anmerkung zu Tabelle S. 301). Weiter ergeben unsere Versuche über den Einfluss des Wassergehaltes des Keimmediums (Erde) auf die Keimung von *Vicia hirsuta*-Samen einwandfrei, dass mit der Zunahme des Wassergehaltes des Keimbettes auch eine Steigerung der Keimung verbunden ist. Demnach ist der Wasserbedarf von *Vicia hirsuta*-Samen zur Auslösung des Keimprozesses relativ gross. Unsere Vermutung über die Ursache des massenhaften Auftretens von *Vicia hirsuta* nach einem nassen Herbst oder nach regenreichen Frühjahren wird durch die Ergebnisse unserer Versuche bestätigt. Bei relativ geringer Bodenfeuchtigkeit wird die Keimung gehemmt oder unterbleibt vollständig, ohne dass aber dabei die Samen in relativ kurzer Zeit zugrunde gehen. Erfolgte bei unseren Versuchen mit anfänglichem Wassergehalt von 25 % der vollen Wasserkapazität eine allmähliche Austrocknung, ohne dass der Wasserverlust ergänzt wurde, so trat keine Keimung ein (s. S. 299, Tabelle unter 5, Zeitperiode Dezember/Februar 1931/32). Wurden diese Versuche später (s. Versuchsergebnisse obenerwähnter Tabelle unter 5, Zeitperiode Mai/August 1932 und Dezember/Februar 1933 und Bemerkung dazu) auf volle Wasserkapazität des Keimbettes gesetzt, so trat unmittelbar eine, wenn auch geringe Keimung ein. Die Trockenlagerung der Samen im Boden hat hier die Keimung zeitlich gehemmt, ohne aber die

Keimfähigkeit absolut zu vernichten, vermochte sie aber scheinbar zu schädigen.

Vergleichen wir weiter das Wasserquantum, welches es bedarf, um unsere Keimböden in den Mitscherlich-Versuchstöpfen mit einer Oberfläche von rund 314 cm² auf Topftiefe auf einen Wassergehalt von 25, 50, 75 und 100 % der Wasserkapazität des entsprechenden Bodens zu setzen, mit der Niederschlagsmenge im freien Feld, so ergeben sich (Verdunstung ist dabei unberücksichtigt gelassen) folgende Niederschlagshöhen:

Wassergehalt = Prozent der Wasserkapazität	100	75	50	25
Niederschlagshöhe (pro cm ² Oberfläche) = cm	6,68	5,19	3,46	1,73

Bei diesen Verhältnissen bedarf es zur Erreichung der Niederschlagshöhen, die einem Wasserquantum von 100, 75, 50 und 25 % der Wasserkapazität unserer Keimböden entsprechen, im untersuchten Gebiete der schweizerischen Dreifelderwirtschaft bei maximaler Niederschlagsmenge pro Regentag (7,57 mm) und bei maximal 14 Regentagen pro Monat (s. S. 28 ff., I. Teil) nachstehende Anzahl von Regentagen:

Wassergehalt = Prozent der Wasserkapazität des Keimbodens	100	75	50	25
Anzahl Regentage	8 ² / ₅	6 ² / ₅	4 ³ / ₅	2 ³ / ₁₀

Da aber im Ackerland ein wesentlicher Teil der Niederschläge direkt abfließt, verdunstet (etwa die Hälfte) oder von der Vegetation verbraucht wird, so steht im Felde der Keimung der *Vicia hirsuta*-Samen jeweils ein bedeutend geringeres Wasserquantum zur Verfügung, so dass die Anzahl der Niederschlagstage, die es bedarf zur Schaffung von Feuchtigkeitsverhältnissen des Bodens, die eine normale Keimung dieser Samen bedingen, vielleicht das Doppelte, unter Umständen sogar das Dreifache obiger Angaben betragen wird. Diese Ergebnisse lassen weiter erkennen, dass die Niederschlagsverhältnisse im Dreifeldergebiet bei dem zur Keimung relativ grossen Wasserbedarf der *Vicia hirsuta*-Samen ihr für eine normale Keimung nicht genügen werden. Dennoch zeigen uns die im Felde zu machenden Beobachtungen, was auch unsere botanischen Aufnahmen und unsere Keimlingsuntersuchungen bestätigen, ein häufiges, oft massenhaftes Auftreten von *Vicia hirsuta* L., welches bei den erwähnten Bedingungen — für die normale Keimung ungenügende Wasserversorgung und infolgedessen geringe Kei-

mung — nur infolge relativ sehr grosser Anzahl im Boden lagernder keimfähiger *Vicia hirsuta*-Samen möglich ist. Diese Verhältnisse illustrieren und belegen folgende Zahlen unserer Untersuchungen:

1. Nach unserer Keimlingszählung beträgt bei <i>Vicia hirsuta</i> die Keimlingszahl im Winterroggen im Herbst pro m ² . . . (siehe Tabelle S. 274).	16—17
2. Nach unseren Untersuchungen liefen innerhalb 3 Jahren pro m ² Ackerboden bei einer Mächtigkeit von 25 cm	
a) von Weizenfeldern	17
b) von Roggenfeldern	15
c) von Kartoffelfeldern	84
Keimlinge auf (s. S. 221 ff.).	
3. Wir fanden im Ackerland der Felder in Windlach, berechnet pro m ²	1500
<i>Vicia hirsuta</i> -Samen (s. S. 227).	

Vicia hirsuta-Samen keimen, wie unsere Keimversuche zeigen, nach verhältnismässig kurzer Samenruhe. Eine ausgesprochene Keimruhe dürfte diesen Samen kaum eigen sein. Durch eine längere trockene Aufbewahrung und Lagerung wird die Keimfähigkeit nicht wesentlich verändert, wie die Keimergebnisse der *Vicia*-Samen des Erntejahres 1930 erkennen lassen.

Unsere Keimversuche mit *Vicia hirsuta*-Samen zeigen im ferneren, dass die künstliche Einwirkung von Frost und intermittierender Temperaturen, Verhältnisse denen die Unkrautsamen auf dem Felde während des ganzen Jahres mehr oder weniger und besonders im Winter ausgesetzt sind, ihre Keimfähigkeit zu steigern scheinen, besonders wenn tiefere Temperaturen längere Zeit (3 Monate) einwirken und die Samen im Keimbett von höheren Temperaturen in tiefere verbracht werden. Ueber diese jeweiligen Keimverhältnisse orientieren uns unsere folgenden Keimungsergebnisse noch genauer. Diese Versuche wurden durchgeführt mit je 2×100 Samen der Erntejahre 1930 und 1931.

Einfluss des Frostes und intermittierender Temperaturen auf die Keimung der Vicia hirsuta-Samen

Keimprozentage in verschiedenen Zeitperioden:
 1 9 3 1 — 1 9 3 2 1 9 3 3
 Dezember/ August November Total
 Februar Mai Februar

Ernte Ernte Ernte Ernte Ernte Ernte Ernte Ernte Ernte
 1930 1931 1930 1931 1930 1931 1930 1931 1930/31

- 1. Einmonatliche Kühlung der Samen im Keimbett (Erde) bei -2 bis +2° C im Glashaus des Instituts für spezielle Botanik der ETH Zürich (17.XII. 31. — 19. I. 32), dann im Glashaus Oerlikon bei durchschnittlich 22° C
- 2. Dreimonatliche Kühlung der Samen (17. XII. 31. bis 18. III. 32.) etc. wie unter 1
- 3. Einmonatliche Kühlung der Samen im Keimbett (Erde) bei 4-8° C im Kühlkeller der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon (19.XII. 31. bis 19. I. 32.), dann im Glashaus bei durchschnittlich 22° C:
 a) im Kühlkeller gekeimt
 b) im Glashaus gekeimt

27,50	40,00	31,00	44,50	31,50	47,50	32,50	48,00	33,00	48,00	40,50
60,50	28,50	62,50	30,00	62,50	31,00	63,00	31,00	63,00	31,00	47,00
4,50	6,00	8,00	7,00	8,50	10,50	9,50	15,00	15,50	15,25	
4,00	3,50	8,00	7,00	8,50	10,50	9,50	15,00	15,50	15,25	

Keimprozentage in verschiedenen Zeitperioden:

Art des Versuchsverfahrens:	1 9 3 1 — 1 9 3 2					1 9 3 3			Durchschnitt 1930/31
	Dezember/ Februar	Mai	August	November	Total Februar	Ernte 1930	Ernte 1931	Ernte 1930	
4. Dreimonatliche Kühlagerung (19. XII. 31. bis 18. III. 32.) etc. wie unter 3:									
a) im Kühlkeller gekeimt	18,50	20,50	27,00	24,00	52,00	41,00	46,50		
b) im Glashauss gekeimt	21,50	12,00	23,00	15,50		24,00		16,00	
5. Ein Monat Glashauss (19. XII. 31. bis 19. I. 32.), 30 Tage Kühlkeller (19. I. 32. bis 18. II. 32) und wieder Glashauss (18. II. 32):									
a) im Glashauss gekeimt vor Kühl- lagerung	28,50	33,00			69,50	63,00	66,25		
b) im Kühlkeller gekeimt	28,50	21,50							
c) im Glashauss gekeimt nach Kühl- lagerung	9,00	7,00	11,00	8,00		12,50		8,50	
6. Drei Monate Glashauss (19. XII. 31. bis 18. III. 32), 60 Tage Kühlkeller (19. III. bis 20. V. 32) und wieder Glashauss (20. V. 32):									
a) im Glashauss gekeimt vor Kühl- lagerung	35,50	46,00	36,50	46,00	41,50	51,00	46,25		
b) im Kühlkeller gekeimt	1,50	1,00							
c) im Glashauss gekeimt nach Kühl- lagerung	1,00		3,00	2,50		3,00		2,50	

Daneben versuchten wir auch, bei *Vicia hirsuta*-Samen die Saattiefe, die noch eine Keimung und eine Durchbrechung der Oberfläche des Keimbodens durch den Keimling zulässt, festzustellen. Diese Tiefenversuche wurden in Tongefässen z. T. in Sand, z. T. in feingesiebter Erde und z. T. in gewöhnlicher Erde (unkrautfreie Wald-erde) mit kleineren Steinen durchsetzt ausgeführt und im Freien im Versuchsfeld der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon aufgestellt, so dass sie ganz den natürlichen Witterungsbedingungen ausgesetzt waren. Durch diese Variation des verwendeten Keimbodens hofften wir, auch gleichzeitig über den Einfluss der Luftzufuhr auf die Keimung Anhaltspunkte zu erhalten. Die Versuche wurden mit je 4×100 Samen, die Ende Dezember 1931 auf feinmaschige Drahtsiebe gesät wurden, angelegt und unmittelbar darauf ins Freie gestellt. Die Ergebnisse lassen wir hier folgen.

Keimversuche bei verschiedener Saattiefe mit *Vicia hirsuta*-Samen

Art des Versuchsverfahrens:	Ge-	Ge-	Ge-	Total
	keimt bis Juni 1932	keimt bis Juli 1932	keimt bis Sept. 1932	
1. Bis im Frühjahr unbedeckt, 1. V. 1931 mit 5 cm feiner Erde bedeckt	6,25	4,50	—	10,75
2. Ueberhaupt unbedeckt geblieben	10,75	2,25	—	13,00
3. 1 cm tief gesät	27,75	4,00	0,25	32,00
4. 5 cm tief gesät:				
a) in grobzerteilte Erde gesät (Keimbett locker)	20,50	6,00	0,25	26,75
b) in feine Erde gesät (Keimbett fest)	42,00	3,00	0,50	45,50
5. 10 cm tief gesät:				
a) in grobzerteilte Erde gesät (Keimbett locker)	14,75	3,25	—	18,00
b) in feine Erde gesät (Keimbett fest)	32,00	5,75	—	37,75
6. 15 cm tief gesät:				
a) in grobzerteilte Erde gesät (Keimbett locker)	3,00	3,50	0,25	6,75
b) in feine Erde gesät (Keimbett fest)	10,25	4,25	0,25	14,75
7. In Sand gesät:				
a) unbedeckt	—	—	—	—
b) 1 cm tief	0,50	0,25	—	0,75
c) 5 cm tief	14,75	6,50	—	21,25
d) 10 cm tief	—	3,75	—	3,75

Die Resultate lassen erkennen, dass:

1. die Samen von *Vicia hirsuta* zum Keimen nicht lichtbedürftig sind und besser keimen bei relativ tieferer Erdbedeckung;
2. eine Keimung und die Durchbrechung der Erdoberfläche bis zu einer Saattiefe von 15 cm noch möglich ist;

3. die Keimung bis zu einer Saattiefe von 5 cm (Erde und Sand) zunimmt, um dann mit weiterer Zunahme der Saattiefe wieder zu sinken;
4. *Vicia hirsuta*-Samen relativ in hochdispersen, kompakten Böden bessere Keimbedingungen zu finden scheinen als in Sand und in lockerer Erde, woraus zu schliessen ist, dass hier Luftzufuhr ins Keimbett für die Keimung von geringerer Bedeutung ist. Diese Ueberlegung folgert sich auch aus der Keimungsmöglichkeit in relativ grosser Saattiefe (bis 15 cm). Bedeutungsvoller scheint aber dabei wieder die Wasserkapazität und der Feuchtigkeitsgehalt des Keimbodens zu sein;
5. für die Keimung der *Vicia hirsuta*-Samen auf der Schälffurche vor der Wintergetreidesaat die optimale Schälffurchentiefe 5—10 cm beträgt. Eine Keimung tritt aber auch hier nur bei genügender Bodenfeuchtigkeit ein.

Wie L. Hiltner ⁽⁹²⁾ zeigen konnte, kann die Keimung von Leguminosen-Samen durch Kalkung des Keimbettes gesteigert werden. Auch wir haben dieser Frage Interesse entgegengebracht und diesbezügliche Keimversuche eingeleitet. Die Versuche wurden in reinem Quarzsand in Tontöpfen mit je 2×100 Samen der Erntejahre 1930 und 1931 am 12. Februar 1932 angelegt, im Glashaus der Eidg. Landw. Versuchsanstalt Oerlikon bei durchschnittlich 22°C aufgestellt und bis zum 17. Februar 1933 beobachtet. Die obersten 5 cm des Quarzsandkeimbettes wurden jeweils bei je 4 Töpfen (2 besät mit Samen der Ernte 1930, 2 besät mit Samen der Ernte 1931) durchmischt mit 20 gr CaCO_3 , mit 15 gr Ca(OH)_2 (10 gr CaO) und mit 40 gr CaCO_3 und 30 gr Ca(OH)_2 (20 gr CaO). Diese Versuche ergaben folgende Ergebnisse:

Keimversuche mit *Vicia hirsuta*-Samen
Keimprozentage in

Art des Versuchsverfahrens	1 9 3 2			
	Februar		März/Mai	
	1930	1931	1930	1931
1. ohne Kalk	—	—	17,00	6,00
2. mit kohlensaurem Kalk (CaCO_3)				
a) 20 gr CaCO_3 pro Topf	—	—	20,00	10,50
b) 40 gr CaCO_3 pro Topf	—	—	22,00	8,50
3. mit Ca(OH)_2				
a) 15 gr Ca(OH)_2 pro Topf	—	—	20,00	15,00
b) 30 gr Ca(OH)_2 pro Topf	—	—	23,50	9,00
Keimprozentage: 1. ohne Kalk	=		100	
Dann = 2. mit CaCO_3				
a) 20 gr	115,90		130,00	120,70
b) 40 gr	129,00		135,00	131,00

Auch unsere Keimversuche mit *Vicia hirsuta*-Samen ergaben bei Kalkung des Keimbettes (namentlich mit Kalkhydrat, wie bei den Versuchen von Hiltner) eine leichte Steigerung der Keimung. L. Hiltner⁽⁹²⁾ betrachtet diese Keimungssteigerung als eine indirekte Wirkung des Kalkes und führt diese auf den schädigenden Einfluss des Kalkes auf diejenigen Bodenorganismen, die die Pflanzensamen zum Verfaulen bringen, zurück. Es zeigte sich dann aber auch bei Versuchen mit Bakterienreinkulturen, dass durch eine Beigabe von kohlensaurem Kalk die Vergärung von Pektinstoffen viel lebhafter vor sich ging. Daraus kann geschlossen werden, dass die harte Samenschale der *Vicia hirsuta*-Samen bei Kalkung des Keimbodens intensiver von den Pektinvergärrern angegriffen und das Eindringen von Wasser ins Sameninnere und die Quellung der Samen erleichtert werden, was eine Keimungssteigerung zur Folge haben kann.

Wehsarg^(259, Heft 294) berichtet dagegen die Keimungssteigerung durch Kalkdüngung mehr als chemische Reizwirkung und weist darauf hin, dass Kalkdüngung auch bei anderen Unkrautsamenarten, wie z. B. bei *Polygonum Convolvulus* ein bedeutend stärkeres Auflaufen zur Folge hat.

Alle diesbezüglichen Versuche ergeben übereinstimmend, dass durch Kalkung des Keimbettes die Keimung gewisser Unkrautsamen angeregt werden kann, so dass auch durch Kalkung der Schälfruche der mit *Vicia hirsuta* verunkrauteten und der mit diesen Samen verseuchten Getreidefeldern die Keimung dieser Samen auf der

bei verschiedenen Kalkgaben
verschiedenen Zeitperioden:

1 9 3 2		1 9 3 3		Total		Durchschnitt Ernte 1930/31
Juni/August 1930	Sept./Nov. 1931	Dez./Febr. 1930	1931	1930	1931	
—	1,00	2,00	3,00	19,00	10,00	14,50
1,50	0,50	—	1,50	22,00	13,00	17,50
1,50	2,00	1,00	0,50	24,50	13,50	19,00
2,00	3,00	1,00	2,50	25,00	24,00	24,50
1,00	0,50	0,50	0,50	25,50	13,00	19,25

3. mit Ca(OH₂)

a) 15 gr	131,60	240,00	169,00
b) 30 gr	134,30	130,00	132,80

Schälfruche gesteigert wird, und dadurch die Bekämpfung dieses Unkrautes durch Unterpflügen und Zerstörung der auf der Schälfruche aufgelaufenen Keimlinge erfolgreicher gestaltet werden kann.

W e h s a r g ^(259, Heft 294) konnte feststellen, dass bei *Vicia hirsuta*-Samen das Reifestadium einen grossen Einfluss auf deren Keimung auszuüben vermag. Er bringt hier mit der Zunahme der Austrocknung und der Reife der Samen auch eine Zunahme der Hartschaligkeit in Zusammenhang, wodurch wieder die Durchdringung des Samens mit Sauerstoff und Wasser und somit auch deren Quellung gehemmt werden. Seine Versuche ergaben folgende Daten:

Es keimten im Dunkeln bei einer Temperatur von 23—27°:

	in 40 Tagen	in 100 Tagen	in 2 Jahren
1. von den ganz hellgrünen, ziemlich wässerigen Körnern	80 % 20 % faul	—	—
2. von den reifen Körnern (Hülsen am Grunde noch grünlich, Korn hell marmoriert)	0 % Samen völlig gequollen	95 % Rest faul	— —
3. von den vollreifen Körnern (Hülsen völlig schwarz, Korn dunkel marmoriert)	44 %	weitere 10 %	weitere 10 % Rest gesund und ungequollen

Nach B o r n e m a n n ⁽⁹⁾ bedürfen *Vicia hirsuta*-Samen zum Keimen einer 1—2jährigen Keimruhe. Unsere Versuche bestätigen diese Behauptung nicht. Dagegen verläuft die Keimung zögernd, was auch die Keimversuche von C h r e b t o w ⁽³²⁾ zeigen. Nach den Versuchen von Z o e b l ⁽²⁶⁹⁾ zeigen *Vicia hirsuta*-Samen in der Jauche gelagert nur eine verhältnismässig langsame und geringe Abnahme der Keimfähigkeit.

Vicia hirsuta vergesellschaftet sich nach unseren Erhebungen vornehmlich mit Wintergetreide und besonders mit Winterroggen. Auch V o l k a r t ⁽²⁵¹⁾ fand sie in Gebirgsäckern prozentual bedeutend häufiger in Wintergetreide als in der Sommerfrucht. Diese Lebensentümlichkeit ist die Folge der Keimungsverhältnisse von *Vicia hirsuta*. Besonders wird sie durch das relativ grosse Wasserbedürfnis der Samen zur Auslösung der Keimung bedingt sein. Nach unseren Keimungsuntersuchungen ist *Vicia hirsuta* annuell bis winterannuell,

als was sie auch von Hegi ⁽⁸⁹⁾, Bornemann ⁽⁹⁾, Schinz und Keller ⁽²²⁵⁾ und Wehsarg ^(259, Heft 294) betrachtet wird. Korsmo ⁽¹²⁹⁾ nennt sie «eine einjährige bis überwinternde und zweijährige Pflanze». Fruwirth ⁽⁷²⁾ kennt sie dagegen als ausdauernde Ackerunkrautart.

12. *Viola tricolor* L. zeigt sich im untersuchten schweizerischen Dreifeldergebiet vorwiegend als Winter- und Frühlingskeimer. Im Winterweizen und auf dem offenen Brachland keimt sie im Herbst nicht, auf letzterem ausschliesslich im Frühjahr. Im Winterroggen dagegen tritt schwache Keimung bereits im Herbst ein. Die gleiche Beobachtung konnte auch Scheer ⁽²⁴⁸⁾ in Brandenburg machen. Wehsarg ^(259, Heft 294) kennt *Viola tricolor* in Deutschland als Herbstkeimer. Wie Krug ⁽¹³⁷⁾ und auch Gentner (zitiert nach Krug) feststellen konnten, keimen *Viola tricolor*-Samen am besten bei Temperaturen unter 15 ° C. Eine bedeutende Steigerung der Keimung tritt nach den Versuchen obgenannter Autoren ein nach Frosteinwirkung. Die Samen keimten unter diesen Umständen auch bei Zimmertemperaturen. Durch Lichtabschluss, verbunden mit der Einwirkung von Wechseltemperaturen kann die Keimung ebenfalls gesteigert werden. Auf diese spezifischen Keimungsverhältnisse ist auch die vorwiegende Winter- und Frühjahrskeimung im Felde zurückzuführen. Nach Wehsarg ⁽²⁵⁸⁾ bleiben *Viola tricolor*-Samen mindestens 4 Jahre im Boden erhalten und keimfähig. Nach den Versuchen von Dorph-Petersen (Aarsberetning 1903/04) werden diese Samen beim Passieren des Verdauungstractus des Rindes nicht verdaut, verlieren ihre Keimfähigkeit dabei aber ganz.

Auf Grund unserer Keimlingszählung und unserer botanischen Untersuchungen im Feld im Sommer ist sie vornehmlich die Begleitpflanze der Wintergerste, vergesellschaftet sich aber im untersuchten Dreifeldergebiet mit Winter- und Sommergetreide im gleichen Grade. In den von Volkart ⁽²⁵¹⁾ untersuchten Gebirgsgegenden ist sie dagegen prozentual mehrheitlich im Wintergetreide zu finden. Inwieweit diese hier divergierenden Lebensverhältnisse durch die spezifischen Keimungsverhältnisse bedingt werden, ist uns heute noch unbekannt. Im schweizerischen Dreifeldergebiet ist *Viola tricolor* L. vorwiegend annuell, als was sie auch von Korsmo ⁽¹²⁹⁾ und Krug ⁽¹³⁷⁾ betrachtet wird. Fruwirth ⁽⁷²⁾, Wehsarg ^(259, Heft 294), Hegi ⁽⁸⁹⁾ und Schinz Keller ⁽²²⁵⁾ kennen sie als ein- bis zweijährige Pflanze.

13. *Anagallis arvensis* L. zerfällt in die beiden Subspezies:

1. *phoenicea* (Scop.) Schinz und Keller (scharlachrot blühend) und
 2. *coerulea* (Schreber) Schinz und Keller (himmelblau blühend),
 die im Keimlings- und Jugendstadium voneinander kaum zu unterscheiden sind, so dass sie bei unseren Keimlingsaufnahmen nicht getrennt untersucht werden konnten. Nach unseren Beobachtungen entwickelt sich *Anagallis coerulea* später und scheint auch wärmere und geschütztere Gebiete vorzuziehen als *Anagallis arvensis/phoenicea*. *Anagallis arvensis* ist im untersuchten schweizerischen Dreifeldergebiet ein typischer Frühjahrskeimer. Sie vergesellschaftet sich vorwiegend mit Winterweizen und ist infolge der ausgesprochenen Frühjahrskeimung in Winter- und Sommergetreide zu finden. Volkart⁽²⁵⁴⁾ konnte sie in Gebirgsäckern nur vereinzelt, so in der mittleren Leventina (830—1500 m ü. M.) dreimal, bei Disentis-Tavetsch (1140—1700 m ü. M.) einmal, im Schanfigg (1100—1350 m ü. M.) sechsmal und in Says-Valzeina (880—1110 m ü. M.) fünfmal feststellen. Nach Wehsarg^(259, Heft 294) wird *Anagallis arvensis* in den nordamerikanischen Werken über Ackerunkräuter nicht aufgeführt, und er weist darauf hin, dass Hellwig und Höck sie auf mediterrane oder pontische Herkunft zurückführen. Georgia erwähnt sie aber in seinem Werk « A Manual of Weeds » (New York 1927), Clark dagegen in « Farm Weeds of Canada (2^d Ed., Ottawa 1909) nicht. Nach Hegi⁽⁸⁹⁾ kommt sie vor in Europa, mit Ausnahme des hohen Nordens, im gemässigten West- und Mittelasien, Arabien, Nordafrika, Abessinien, Kapland, Vereinigte Staaten von Nordamerika, Mexiko, Südbrasilien, Westaustralien, Tasmanien. Nach Wehsarg⁽²⁶⁰⁾ keimt sie auch im Herbst. Auch Klein⁽¹²⁰⁾ schreibt darüber (rote und blaue Miere) « einjährige, seltener winterannuelle Unkräuter ». In unseren Verhältnissen muss den Samen, die z. T. schon im Hochsommer reifen und ausgestreut werden, infolge der ausgesprochenen Frühjahrskeimung eine längere Keimruhe zu eigen sein.

Nach Wehsarg⁽²⁵⁸⁾ kann der Samen die Keimkraft bei Erdlagerung während mehrerer Jahre bewahren, und es keimte *Anagallis arvensis* in seinen Versuchsböden im fünften Jahre noch. Bei den Peter'schen⁽²⁰²⁾ Untersuchungen liefen sie noch nach 22-jähriger Bodenlagerung auf.

Anagallis arvensis ist bei uns ausgesprochen annuell, wie sie auch

von Hegi⁽⁸⁹⁾ und Korsmo⁽¹²⁹⁾ bezeichnet wird. Wehsarg⁽²⁶⁰⁾, Fruwirth⁽⁷²⁾ und Schinz und Keller⁽²²⁵⁾ betrachten sie als annuell bis winterannuell.

14. *Myosotis arvensis* (L.) Hill zeigt sich im Winterroggen als Herbst- und Winterkeimer. Auch hier scheinen nach unseren Keimlingszählungen im Frühjahr die aufgelaufenen jungen Pflänzchen wahrscheinlich durch Unterdrückung und Erstickung durch die junge bestockte Roggensaat z. T. einzugehen. Im Winterweizen und auf dem Brachland oder Sommerfruchtfeld ist die festgestellte Herbstkeimung gering. Hier herrscht Frühjahrskeimung, verbunden mit einer schwachen Winterkeimung vor. *Myosotis arvensis* vergesellschaftet sich vorwiegend mit Winterroggen und Wintergerste und konnte von Volkart im Gebirge, sowie von uns im schweizerischen Flachland prozentual häufiger im Wintergetreide als in der Sommerfrucht nachgewiesen werden. Nach Versuchen von Korsmo⁽¹²⁹⁾ keimten im Laboratorium von frisch gereiften Samen in 4 Tagen 100 %, von überwinterten, trocken gelagerten Samen liefen dagegen draussen im Sandboden in 0,5 cm Tiefe 45 % in 34 Tagen und in 1 cm Tiefe 11 % in 40 Tagen auf. Nach Chrebtow⁽³²⁾ keimten im März und April 1909 in 102 Tagen von im Sommer 1908 gesammelten und trocken aufbewahrten Samen 64 %, im Herbst 1908 von September bis Dezember dagegen davon nur 30 %. Die *Myosotis arvensis*-Samen besitzen, wie die Versuche zeigen, keine eigentliche Keimruhe, ihre Keimkraft variiert scheinbar sehr stark. Diese spezifischen Keimungsverhältnisse bedingen hier auch weitgehend die spezifische Lebensgemeinschaft zwischen der Kulturpflanze und *Myosotis arvensis*. *Myosotis arvensis* ist im schweizerischen Dreifeldergebiet auf dem Ackerland annuell bis winterannuell. Nach Hegi⁽⁸⁹⁾ ist sie zweijährig, seltener einjährig (s. auch S. 80/81).

15. *Veronica hederifolia* L. ist [wie auch Scheer⁽²¹⁸⁾ konstatiert] ein typischer Vertreter der Herbstkeimer. Auf dem Brachland, bzw. in den Sommerfruchtfeldern keimt sie auch im Winter (s. auch S. 266). Im Frühjahr stellten wir bei allen Keimlingszählungen hier eine bedeutende Keimlingsabnahme pro Flächeneinheit gegenüber der Winter- und Herbstzählung fest. Diese jungen Pflänzchen (wie überhaupt die *Veronica*-Arten) scheinen lichtbedürftig zu sein, und diese z. T. niederliegenden Pflänzchen werden deshalb von der sich im Frühjahr üppig entwickelnden und sich bestocken-

den Getreidesaat z. T. unterdrückt und ersticken darin. Auf die Lichtbedürftigkeit der *Veronica*-Arten machten auch Lehmann und Snell⁽¹⁵²⁾ aufmerksam und wiesen darauf hin, dass die *Veronica*-Arten speziell zum Blühen Licht bedürfen. Beobachtungen im Felde zeigen, dass sich diese am häufigsten und üppigsten an den Acker-rändern entwickeln. Brenchley^(18 III) betrachtet denn auch *Veronica hederifolia* als eine Unkrautart, die relativ selten in den Getreidefeldern zu finden ist und führt diese Erscheinung auf Licht- und Luftmangel zurück. Andererseits zeigen aber die Keimversuche von Wehsarg^(259, Heft 204) mit *Veronica hederifolia*-Samen, dass das Licht hier die Keimung ausserordentlich stark hemmt. Kinzel⁽¹¹⁶⁾ erzielte dagegen in Glasschalen im ersten Jahre (November und Dezember) in Licht 50 %, im Dunkeln nur 7 % gekeimte Samen. Die Herbstkeimung wird hier durch die relativ tiefe Keimtemperatur ermöglicht. Nach den Wehsarg'schen^(259, Heft 294) Versuchen keimt *Veronica hederifolia* schon bei 2—4° C in kurzer Zeit hochprozentig. Das Optimum der Keimtemperatur liegt nach ihm hier zwischen 2 und 12° C. Bei Temperaturen über 14° C tritt äusserst geringe Keimung ein. Dieser relativ grosse Bereich der optimalen Keimtemperatur ist für die Verbreitung der Pflanze von grosser Bedeutung und ermöglicht einerseits das Gedeihen von *Veronica hederifolia* unter den verschiedensten Klimabedingungen. Andererseits bedingt aber wieder die relativ niedere maximale Keimtemperaturgrenze (12° C) die Herbst- und Winterkeimung. Um diese Zeit findet die von Natur aus schwach bewurzelte Pflanze die günstigsten Bedingungen zur Wurzelbildung. Die Keimungsverhältnisse leiten hier weitgehend das Gedeihen der Pflanze und gestalten die Pflanze äusserst anpassungsfähig an die verschiedensten Klimaverhältnisse. Die Herbst- und Winterkeimung wird bei *Veronica hederifolia* weiter durch die ihr eigene, beinahe starre Samenruhe bedingt. Lehmann⁽¹⁵²⁾ konnte bei seinen zahlreichen Keimversuchen mit *Veronica hederifolia*-Samen allgemeine Keimung erst von September an konstatieren. Auch Behandlung der Samen mit Aether und Gefrierenlassen bewirkten keine frühere Keimung. Keimversuche von Nobbe und Haenlein [nach Lehmann und Snell⁽¹⁵²⁾] mit *Veronica hederifolia*-Samen, die im Laufe des Jahres 1874 gesammelt und am 13. Dezember 1874 zum Keimen ausgelegt wurden, ergaben folgende Ergebnisse:

Es keimten von 400 Samen:

Anzahl Tage	3	8	15	20	30	40	50	70	100	200	300	400	500	640	724		
Anahl Samen	—	1	24	11	42	9	—	—	3	5	—	—	11	—	1		
	Dezember bis							(März)	(Ende		(Mai)		(Dez.				
	Ende Januar								Junl)							1876)	
	= total 26,75 %.																

Bei Bodenlagerung bewahren die Samen ihre Keimfähigkeit während mehreren Jahren. Wehsarg⁽²⁵⁸⁾ konnte noch bei mindestens fünfjährigen im Boden gelagerten Samen Keimung feststellen. *Veronica hederifolia* ist im untersuchten schweizerischen Dreifeldergebiete meist winterannuell, als was sie auch allgemein betrachtet wird. Sie herrscht bei uns in der Wintergerste vor und konnte im Sommergetreide nicht festgestellt werden. Trotz des massenhaften Auflaufens der Keimlinge im Herbst ist sie im Sommer (Mai bis August) verhältnismässig spärlich in den Getreidefeldern zu finden. Sie blüht in der Regel von Ende Februar bis Mai, und die Samen reifen anfangs April bis Juni. Und später ist kaum noch etwas von dieser Pflanze zu entdecken. Volkart⁽²⁵¹⁾ fand neben anderen Ackerunkräutern der Ebene auch *Veronica hederifolia* in Gebirgsäckern nicht und macht darauf aufmerksam, dass dieses Zurückbleiben im Gebirge nicht allein auf ungünstigere Wärmeverhältnisse zurückgeführt werden kann. Er glaubt vielmehr, dass hier zum Keimen während des Winters die Bodentemperatur nicht ausreicht, bei späterem Keimen im Frühjahr aber die Tageslänge bereits einen zu stark fördernden Einfluss auf die vegetative Entwicklung dieser Arten ausübt, die Fruchtreife dagegen hemmt oder ganz unterdrückt, namentlich bei den sog. Kurztagpflanzen, zu denen *Veronica hederifolia* zu rechnen ist. Das Nichtvorkommen von *Veronica hederifolia* in höheren Lagen muss unter diesen Umständen als durch gehemmte oder fehlende Samenproduktion bedingt betrachtet werden. *Veronica hederifolia* L. kommt nach Hegi⁽⁸⁹⁾ vor in ganz Europa, Vorderasien und im Mittelmeergebiet.

16. *Veronica Tournefortii* Gmelin keimt bei uns im Dreifeldergebiet im Winterroggen im Herbst und Winter. Hier scheint im Frühjahr keine Keimung mehr zu bestehen. Dagegen konnten wir im Winterroggen im Frühling eine Abnahme der Keimlinge pro Flächeneinheit feststellen wie bei *Veronica hederifolia* (siehe daselbst). Im Winterweizen setzt die Keimung bei *Veronica Tourne-*

fortii erst im Winter ein und dauert auch während des Frühjahrs an. Auf dem Brachland, bzw. dem Sommerfruchtfeld konnten wir schon im Herbst und während des Winters eine schwache Keimung feststellen. Die eigentliche Keimung tritt aber hier erst im Frühjahr ein. Sie vergesellschaftet sich bei uns prozentual vorwiegend mit Wintergerste und tritt im Wintergetreide häufiger auf als im Sommergetreide. Nach Lehmann und Snell⁽¹⁵²⁾ keimen diese Samen, nachdem sie ca. 1¼ Jahr im Boden und in Sand gelegen haben auf feuchtem Sand in aller kürzester Zeit (5 Tage) zu 100 %. Nach Snell⁽²³²⁾ liefen nach einjähriger Bodenlagerung auf:

50 cm tief gelagert = 86,70 %

100 cm tief gelagert = 33,30 %.

Volkart⁽²⁵⁴⁾ fand in den untersuchten Gebirgsäckern *Veronica Tournefortii* nur vereinzelt vor, so in Dalpe einmal, in der mittleren Leventina einmal, in der unteren Leventina einmal, im Val Blenio zerstreut, in Uri einmal, im Schanfigg zerstreut, bei SAYS-Valzeina zerstreut. Sie scheint hier nicht über 1500 m ü. M. emporzusteigen. Hegi⁽⁸⁹⁾ gibt dann auch als obere Grenze ihres Vorkommens im Algebiet 1600 m ü. M. an. Nach ihm stammt die Pflanze aus Vorderasien und wurde von hier aus nach Europa und Nordamerika verschleppt.

In der nordamerikanischen Literatur über Unkräuter wird sie weder von Clark in «Farm Weeds of Canada» noch von Georgia in «A Manual of Weeds» aufgeführt.

Lehmann⁽¹⁵²⁾ gibt noch an, dass sie auch in Dänemark und Norwegen gefunden worden ist; jedoch führt sie Korsmo in seinem Werk «Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit» nicht an. Sie muss also darnach in Nordamerika wie in Skandinavien als Ackerunkraut heute noch von untergeordneter Bedeutung sein. Nach Jessen und Lind⁽¹⁰⁶⁾ kommt sie dagegen in Dänemark als Ackerunkraut vor.

Bei uns ist *Veronica Tournefortii* annuell bis winterannuell, wie sie auch von Schinz und Keller⁽²²⁵⁾ bezeichnet wird. Hegi⁽⁸⁹⁾ betrachtet sie als einjährig.

17. *Galium Aparine* L. ist bekannt als annuelle bis winterannuelle Unkrautart. Meist wird sie als annuelle Art betrachtet, so von Schinz und Keller⁽²²⁵⁾, von Hegi⁽⁸⁹⁾, Wiedersheim⁽²⁶²⁾, Korsmo⁽¹²⁹⁾ und Fruwirth⁽⁷²⁾. Nach Klein⁽¹²⁰⁾, Bolin

und Dannfelt [zitiert nach Korsmo ⁽¹²⁹⁾] und Weinsarg ^(259, Heft 294) ist sie annuell bis winterannuell. Sie ist ein typisches Samenunkraut. Nach den eingehenden Untersuchungen von Wiedersheim ⁽²⁶²⁾ besitzt *Galium Aparine* keine vegetative Vermehrungsfähigkeit, wie vielfach irrtümlicherweise angenommen wird.

Nach unseren Keimlingerhebungen keimt *Galium Aparine* bei uns im Dreifeldergebiet im Wintergetreide im Herbst und Winter. Unsere Frühlingserhebungen über die Unkrautkeimlingszahl ergeben im Wintergetreide eine bedeutende Abnahme der pro Flächeneinheit vorgefundenen *Galium*-Keimlinge. Sie gehen demnach in der dichten, bestockten Getreidesaat, z. T. wenigstens, im Frühling ein. Auf dem Brachland, bzw. in den Sommerfruchtfeldern tritt die Keimung dagegen vornehmlich erst im Frühjahr ein. Im Herbst und Winter wurden hier von uns nur ganz vereinzelt *Galium*-Keimlinge vorgefunden. Nach Bornemann ⁽⁹⁾ ist es ein Herbstkeimer; nach Weinsarg ^(259, Heft 294) ein Herbst-, Frühjahrs- und Winterkeimer. Nach Bornemann ⁽⁹⁾ und Klein ⁽¹²⁰⁾ keimen die Samen erst nach einer Ruhezeit. Wiedersheim ⁽²⁶²⁾ schreibt darüber: « Eine Ruheperiode scheinen die Samen nicht durchzumachen, wenigstens zeigten selbst kleine grüne Samen (also noch durchaus unreif erscheinende) eine gewisse Keimfähigkeit:

	3 %,
der Reife nähere Samen (grosse, grüne) keimten mit	13 %,
noch weiter entwickelte (grünbraune) keimten mit	62 %,
ganz reife endlich (gelbbraune) keimten mit	76 % .»

Die Zeitdauer des Versuches betrug hier 32 Tage. Die Samen von *Galium Aparine* keimen nach den Versuchen von Chrebtow ⁽³²⁾ und Wiedersheim ⁽²⁶²⁾ zögernd. Weitere Versuche von Wiedersheim zeigen aber, dass die Keimung nach starkem Pilz- und Bakterienbefall der Samen und Mazeration der Samenschale und Loslösung dieser von der Fruchtwand rasch eintritt. Seine diesbezüglichen Versuche vom 21. September 1910 bis 31. Dezember 1910 zeigten folgende Keimung in Prozent:

Keimbett	im sterilisierten Keimbett	im nichtsterilisierten Keimbett
Sand	18,00	38,00
Gartenerde	30,00	84,00
Sägemehl	0	20,00

Wiedersheim's ⁽²⁶²⁾ Saattiefeversuche mit *Galium Aparine*-Samen ergaben:

Saattiefe in cm:	Keimprozente:
5 cm	75 %
10 cm	46,5 %
20 cm	15 %
40 cm	keine

Auf die Keimung von *Galium Aparine*-Samen scheint nach den Wiedersheim'schen⁽²⁶²⁾ Versuchen das Keimmedium einen Einfluss auszuüben. Es keimten im Durchschnitt von 4 × 100 Samen in:

Gartenerde	90 %
Lehmiger Ackererde	80 %
Lauberde	70 %
Torfmuld	70 %
Sand	70 %
Sägemehl	20 %

Die Samen bewahren ihre Keimfähigkeit während mehrerer Jahre. Nach Wiedersheim keimten sie nach dreijähriger trockener Aufbewahrung im Durchschnitt noch zu 61 %. Nach Wehsarg⁽²⁵⁸⁾ liefen diese Samen nach mindestens dreijähriger Bodenlagerung auf. Nach Kozma⁽¹³¹⁾ verlieren die *Galium*-Früchte ihre Keimfähigkeit schon nach 1½jähriger Bodenlagerung. Zoebel [zitiert nach Wehsarg^(259, Heft 294)] fand bei verhältnismässig kurzer Jauchelagerung eine Abnahme der Keimkraft. Wiedersheim⁽²⁶²⁾ stellte unter anderem auch fest, dass konstante hohe Temperatur die Keimung von *Galium*-Samen ungünstig beeinflusse, während Wehsarg^(259, Heft 294) konstatierte, dass eine Austrocknung der *Galium Aparine*-Samen bei 35° C die Keimung steigerte. Freilandversuche von Wiedersheim⁽²⁶²⁾ ergeben, dass *Galium Aparine*-Samen bei relativ tiefer Keimtemperatur auflaufen. Wenige Grade über Null ermöglichen hier die Keimung, so dass diese Unkrautsamen im Felde auch im Spätherbst und selbst im Winter zu keimen vermögen. *Galium Aparine* L. zeigt sich im schweizerischen Dreifeldergebiet vorwiegend als Begleitpflanze des Wintergetreides und hier besonders als solche der Wintergerste und des Winterroggens. Nach den im Felde zu machenden Beobachtungen ist sie nitrophil und gedeiht deshalb gut auf mit Stickstoff (wie mit Chilesalpeter und Stallmist) reichlich gedüngten Getreidefeldern. Infolge der regelmässigen starken Stallmistdüngung ist sie auch auf den Leinfeldern häufig zu finden und erreicht hier eine üppige Entwicklung.

18. *Valerianella olitoria* (L.) Poll. ist in dem von uns untersuchten Gebiete der schweizerischen Dreifelderwirtschaft die Begleitpflanze des Wintergetreides und besonders des Winterroggens und der Wintergerste. Sie keimt im Herbst, im Winter und im Winterweizen auch im Frühling und auf dem Brachlande, bzw. auf den Sommerfruchtfeldern ausschliesslich im Frühling. Im Winterroggen ergeben unsere Keimlingsaufnahmen im Frühling eine geringe Abnahme der Keimlingszahl pro Flächeneinheit, so dass hier mit einer teilweisen Vernichtung der *Valerianella*-Keimlinge durch die Konkurrenz der Roggensaat gerechnet werden darf. Wehsarg (259, Heft 294) betrachtet sie als typischen Herbstkeimer. *Valerianella olitoria* ist im untersuchten Gebiete bei diesen Keimverhältnissen vornehmlich annuell und seltener winterannuell. Auch nach Hegi (89) ist sie eine einjährige Pflanze, während sie Schinz und Keller (225) annuell bis winterannuell und Wehsarg (259, Heft 294) allein winterannuell nennen. Volkart (251) fand *Valerianella olitoria* in den Gebirgsäckern nicht vor. Hegi (89) erwähnt, dass sie im Wallis nur bis 1250 m ü. M., im Tirol bloss bis ca. 1200 m ü. M. vorkommt. Sie ist aber nach letzterem über ganz Europa (mit Ausnahme des höheren Nordens), über Nordafrika, über Kaukasien, Vorderasien verbreitet und heute auch in Nordamerika eingeschleppt. Korsmo (129) wie auch Klein (120), Bornemann (9), Fruwirth (72) erwähnen sie nicht. Sie muss daher in Deutschland und Skandinavien als Ackerunkraut von geringerer Bedeutung sein. Wehsarg (260) schreibt auch: «Sie (*Valerianella* sp.) werden ob ihrer Kleinheit nicht gefährlich». In der Literatur über nordamerikanische Ackerunkräuter, wie bei Georgia (78) und Clark (39) wird sie ebenfalls nicht angeführt, worauf auch Wehsarg hinweist, so dass angenommen werden muss, dass sie dort nur vereinzelt vorkommt und als Unkraut bedeutungslos ist. Nach den Versuchen von Wehsarg (258) keimt der Same noch nach mindestens vierjähriger Bodenlagerung.

19. *Matricaria Chamomilla* L. ist bei uns vornehmlich annuell und keimt im Winter und Frühling. Herbstkeimung tritt ganz vereinzelt im Winterroggen, wo wir vorwiegend aber Winterkeimung vorfinden, auf. Die dichte junge, im Spätherbst und Winter sich z. T. noch bestockende Roggensaat bietet den empfindlichen Samen Schutz und ermöglicht die Keimung, während der während des Winters relativ dünne Winterweizen, wie auch das umgepflügte Brachland keinen

genügenden Schutz gewähren. Hier erfolgt dann auch die Keimung der Samen erst im Frühjahr. Wehsarg (259, Heft 294) kennt sie als Herbst-, Winter- und Frühjahrskeimer, und zwar im Süden als Herbstkeimer, im Norden als Frühjahrskeimer. Er erklärt sich diese im Süden und Norden verschiedene Keimung der *Matricaria Chamomilla*-Samen, denen eine typische Samenruhe zu eigen sein müsse, durch das relativ hohe Temperaturoptimum der Keimreife (0° oder $+^{\circ}$ C). Unter diesen Umständen wird die eigentlich annuelle Pflanze zur winterannuellen und begleitet im Süden vorherrschend die Winterfrucht, im Norden die Sommerfrucht. Scheer (218) fand sie im Brandenburgischen nur in Futterrüben als Frühjahrskeimer. Bei uns mit Winter- und Frühjahrskeimung vergesellschaftet sie sich ungefähr im gleichen Grade mit Winter- und Sommerfrucht, im Wintergetreide aber vornehmlich mit Winterweizen und Winterroggen. Nach Keimversuchen von Korsmo (129) liefen im Laboratorium von

1 jährigen *Matricaria Chamomilla*-Samen in 340 Tagen 99 % auf,
8 Monate alten *Matricaria Chamomilla*-Sam. in 8 Tagen 42 % auf,
und in 18 Tagen 48 % auf.

In einer Saattiefe von 0,5 cm keimten davon

in 23 Tagen 10 %.

Im Boden bleiben die Samen längere Zeit keimfähig und keimten nach den Wehsarg'schen (258) Versuchen noch nach mindestens 7jähriger Bodenlagerung. Volkart (251) konnte *Matricaria Chamomilla* in den Gebirgsäckern nur in der unteren Leventina (850 bis 1090 m ü. M.) einmal vorfinden. Hegi (89) gibt an, dass sie im Wallis adventiv bis 1650 m ü. M., in Graubünden (Bernina Hospiz) bis 2300 m ü. M., im Tirol dagegen aber nur bis 1300 m ü. M. emporsteigt. Sie ist nach letzterem über fast ganz Europa bis $63^{\circ} 45'$ nördlicher Breite (in der Türkei selten), in Uralisch-Sibirien, in Kleinasien, in Armenien, in Persien, Afghanistan, obere Gangesebene, Pandschab, Kiutschau verbreitet. Nach Nordamerika (New York bis Pennsylvanien) und nach Australien soll sie mit Getreide eingeschleppt worden sein. Nach Georgia (78) kommt sie in den Vereinigten Staaten Nordamerikas in den atlantischen Staaten, westlich von Ohio vor. Clark (39) nennt sie nicht und auch in « Weeds and Weed Seeds » (Dominion of Canada, 1927) ist sie nicht zu finden.

Hier noch weiter auf die Keimverhältnisse der Ackerunkräuter im Einzelnen einzutreten, führt zu weit, so dass wir es damit beenden lassen werden und noch auf die Tab. S. 273 u. 274 verweisen.

III. Schlussfolgerungen

Nach der vorausgegangenen Darstellung der Ergebnisse unserer Untersuchungen über die Lebensverhältnisse der Ackerunkrautarten im Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz stellt sich uns die Aufgabe, zu versuchen, der Praxis auf Grund der festgestellten Resultate Anleitungen zur Bekämpfung und Vertilgung der Ackerunkrautflora zu geben.

1. Allgemeines

Zunächst versuchen wir hier, die Dreifelderwirtschaft als solche noch vom heutigen betriebstechnischen und -wirtschaftlichen Standpunkt aus kurz kritisch zu betrachten. Betriebswirtschaftlich fand die verbesserte Dreifelderwirtschaft, und insbesondere die aargauische Dreifelderwirtschaft in den Untersuchungen von H o w a l d ⁽⁹⁹⁾ eingehende Erörterung. H o w a l d gelangte zum Schluss, dass:

1. der Dreifelderwirtschaft, bzw. der aargauischen Dreifelderwirtschaft die Produktionsmöglichkeiten, für die sie geschaffen wurde, heute entzogen worden seien;
2. die Dreifelderwirtschaft heute eine überlebte Betriebsform darstelle;
3. die Dreifelderwirtschaft in ihrer Gesamtheit ein ziemlich extensives Wirtschaftssystem sei;
4. im Vergleich mit der aargauischen Klee graswirtschaft und der Graswirtschaft die Dreifelderwirtschaft betriebswirtschaftlich in einem ungünstigen Lichte erscheine.

Heute in Zeiten mit relativ tiefen Viehproduktionspreisen und erschwertem Absatz dieser Produkte kann der verbesserten Dreifelderwirtschaft infolge ihrer kombinierten Betriebsrichtung (Ackerbau, Rebbau, Obstbau und Milch- und Mastwirtschaft) die Existenzberechtigung nicht abgesprochen werden. Sie eignet sich mit Rücksicht auf den ihr eigenen relativ ausgedehnten Ackerbau und im besondern auf den Getreidebau (vgl. S. 16, I. Teil) vorwiegend für regenärmere Gebiete (vgl. S. 28 ff, I. Teil). Sie ist daher bei uns auch heute noch vornehmlich in den regenärmeren nördlichen Gebieten der Schweiz zu finden. Die Dreifelderwirtschaft dient weitgehend, wie vielleicht kein anderes Bodennutzungssystem, der Selbstversorgung, wodurch die Existenzfrage des Landwirts und seiner

Familie unabhängiger vom Markt wird, was sich vornehmlich in geldknappen Zeiten vorteilhaft auszuwirken vermag. Ueberdies übt die Selbstversorgung auf das Standesbewusstsein und auf die geistige Einstellung des Betriebsleiters und seiner Familienglieder zu Familie und Staat einen günstigen, nicht zu unterschätzenden Einfluss aus.

Auch rein betriebstechnisch betrachtet, erscheint die Dreifelderwirtschaft im allgemeinen nicht in merklich ungünstigerem Lichte als die andern, hier bereits erwähnten Bodennutzungssysteme. Die Düngung und die Bodenbearbeitung der Felder dürfen als rationell beurteilt werden und sichern auch in der Dreifelderwirtschaft normale und gute Ernten. Vom betriebstechnischen Standpunkt aus beurteilt, hat also die verbesserte Dreifelderwirtschaft der Schweiz in den Gebieten, wo sie heute noch angetroffen wird, auch jetzt noch ihre volle Existenzberechtigung. Und die Erteilung von Ratschlägen und Anleitung zur Korrektur vorhandener Mängel hat daher auch heute noch seine Berechtigung.

2. Praktische Massnahmen der Unkrautbekämpfung

Ein betriebstechnischer Nachteil der Dreifelderwirtschaft ist die ihr eigene, z. T. einseitige drei- bzw. sechsfeldrige oder -jährige Fruchtfolge. Sie bedingt die unmittelbare Folge von Getreide auf Getreide, wodurch der zweiten Getreidesaat ungünstige Vegetationsverhältnisse geschaffen werden und den Ertrag der Kultur gefährden können, denn die Getreidearten sind nicht nur unter sich selbst, wie z. B. Weizen, sondern auch gegeneinander mehr oder weniger unverträglich. Erschwerte Konkurrenz der Kulturpflanze begünstigt aber das Gedeihen der Unkrautflora, so dass besonders diese Fruchtfolgeverhältnisse das relativ üppige Gedeihen der Ackerunkräuter in der Dreifelderwirtschaft bedingen. Der mehrmalige, unmittelbar aufeinanderfolgende Anbau derselben oder einer biologisch ähnlichen Kulturpflanze verhilft besonders den mit der betreffenden Kulturpflanze in Lebensgemeinschaft lebenden Ackerunkrautarten zu relativ grosser Verbreitung und üppigem Gedeihen. Unter diesen Umständen werden die für diese Unkrautarten günstigen Vegetationsbedingungen durch die Feldbestellung der zweiten Saat, wie auch durch die Kultur selbst (da hier ja alle geschaffenen Verhältnisse denjenigen der ersten Kultur mehr oder weniger entsprechen) nicht zer-

stört, sondern sogar gesteigert. Die Folge davon ist auch eine gesteigerte Vergesellschaftung von Kulturpflanze und Unkrautflora. Einerseits können diese nachteiligen Erscheinungen durch möglichste Vermeidung des mehrmaligen Anbaues derselben oder einer verwandten Kulturart auf demselben Ackergrundstück behoben werden. In der Dreifelderwirtschaft sind infolge der durch das System als solches bedingten Fruchtfolge mit zweimaliger Folge von Getreide die zu dieser Forderung notwendigen Voraussetzungen also nicht gegeben. Dieser Mangel kann aber auch in der Dreifelderwirtschaft durch Verlängerung des Turnus der Fruchtfolge einigermaßen korrigiert werden. Die drei- bzw. sechsfeldrige oder -jährige Fruchtfolge ist bei besonders starker Verunkrautung gewisser Felder durch den Anbau von mehrjährigen Klee- und Luzernkulturen im sechsten Jahre in eine neun- und mehrjährige Fruchtfolge umzuwandeln, was heute in der Praxis auch vielfach beobachtet werden kann. Durch mehrjährigen Futterbau auf dem Acker werden die den Ackerunkräutern günstigen Vegetationsbedingungen des Ackers zerstört und ihr weiteres Gedeihen erschwert. Ausserdem unterbleibt hier die Unkrautsamenverbreitung durch das Saatgut vollständig, und durch den frühzeitigen und jährlich mehrmaligen Schnitt der Futterkulturen werden die in den ersten Futternutzungsjahren sich noch entwickelnden Unkräuter an der Samenbildung und Samenreife verhindert. Auch der dichte Stand der Klee- und Luzernfelder erschwert den licht- und luftbedürftigen Ackerunkräutern ihr Gedeihen. Sie werden daher von der Futterpflanze bald gänzlich unterdrückt. Durch den wiederholten Schnitt der mehrjährigen Futterkulturen werden auch bei den sich darin entwickelnden, vegetativ sich vermehrenden Ackerunkräutern, wie z. B. bei *Equisetum arvense* L., *Agropyron repens* (L.) Pal., *Ranunculus repens* L., *Convolvulus arvensis* L., *Glechoma hederaceum* L., *Mentha arvensis* L., *Tussilago Farfara* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L. u. a. m. die oberirdischen Sprosssteile zu einer Zeit entfernt, zu welcher die Einlagerung von Reservestoffen in die ober- oder unterirdischen Speichergewebe noch nicht oder nur teilweise erfolgt ist, so dass auch diese in den Futterkulturen mit der Zeit an Erschöpfung zugrunde gehen. Alle diese Umstände bedingen die Vernichtung der Unkrautarten und eine allmähliche Reinigung des Ackerbodens von den Unkrautsamen und den vegetativen Fortpflan-

zungsorganen, so dass durch mehrjährigen Futterbau auf dem Acker auch stark verseuchte Ackerfelder wieder für eine längere Zeit am intensivsten und zugleich am billigsten und vorteilhaftesten gesäubert werden können.

Eine zweckmässige *Fruchtfolge* ist zur Unterstützung aller Massnahmen zur Bekämpfung der Ackerunkräuter erforderlich. Eine Fruchtfolge, in der jede Frucht auf die ihr am meisten zusagende Vorfrucht folgt, wird die Unterdrückung des Unkrautes weitgehend erleichtern. Sie sichert am besten neben einer guten Ernte auch einen richtigen Bestand der Saat, und gutbestandene Getreidefelder halten sich ohne unser Zutun viel leichter unkrautfrei als zu dünne oder unbestockte Bestände. Ausserdem lassen diejenigen Früchte, welche im frühen Frühjahr schon einen dichten, geschlossenen Bestand aufweisen, das Unkraut weniger üppig gedeihen wie z. B. *Wintergerste* und *Winterroggen*, wie die Ergebnisse unserer botanischen Aufnahmen im Felde über die Verunkrautung der einzelnen Kulturarten zeigen, die wir hier folgen lassen: *)

Kulturart:	Anzahl unter-suchter Felder	Anzahl der ge-fundenen auf 100 Spezies u. Subspezies	Total der Funde auf 100 Felder be-rechnet	Anzahl der Funde	Fre-quenz-zahl pro Fund	Fre-quenz-zahl pro Spezies
Wintergerste . . .	38	109	2310	878	2,3	21,2
Winterroggen . . .	91	144	2490	2267	1,1	17,3
Winterweizen . . .	107	184	2950	3157	0,9	16,0
Winterspelz . . .	6	86	3300	198	16,6	38,4
Sommergerste . . .	10	69	2220	222	10,0	32,2
Hafer	15	109	2765	415	6,6	25,3
Sommerweizen . . .	4	60	2475	99	25,0	41,2
Wintergetreide . . .	242	202	2685	6500	0,4	13,3
Sommergetreide . . .	29	118	2540	736	3,4	21,5

Auf 100 Keimlinge im Frühjahr entfallen bei unseren Untersuchungen im Sommer (pro m²) Anzahl Triebe:
 in Kartoffeln und Sommergetreide 244
 in Winterweizen 205
 in Winterroggen 103

Aus oben erwähntem Grunde wirken Wintergerste und Winterroggen auf im Winter und besonders im Frühjahr keimende Unkrautsamen vernichtend, bzw. sie unterdrücken ihre Keimung, wie die folgenden Resultate ergeben: **)

*) Vgl. auch S. 221—230; 247—259; 273/274; 277—279.

***) Siehe auch S. 97 und 276/277.

Keimlingszahl der Frühjahrskeimer in den einzelnen Kulturen *)

Unkrautarten:	Winter- roggen	Winter- weizen	Brache resp. Kartoffeln od. Sommer- getreide
1. <i>Polygonum Persicaria</i>	16	86	7
2. <i>Chenopodium polyspermum</i> . .	1	15	14
3. <i>Thlaspi arvense</i>	13	12	120
4. <i>Anagallis arvensis</i>	24	162	18
5. <i>Prunella vulgaris</i>	19	75	—
6. <i>Galeopsis Tetrahit</i>	13	1	19
7. <i>Plantago intermedia</i>	3	52	—
8. <i>Legousia Speculum Veneris</i> . .	20	2	17
9. <i>Sonchus asper</i>	1	37	4
Anzahl Keimlinge total	110	442	199
pro m ²	6,7	27,2	12,2

*) Siehe auch Tabelle S. 326/327.

Auch die Herbstkeimer der Unkräuter finden in diesen beiden Getreidearten (vornehmlich im Roggen) im Frühjahr zur Zeit der intensivsten Entwicklung der Unkrautarten nicht optimale Vegetationsbedingungen, bleiben teilweise in ihrer Entwicklung zurück, werden von der Kulturpflanze unterdrückt, kümmern und gehen allmählich ein. Im weiteren besteht die unkrautbekämpfende Wirkung von Winterroggen und Wintergerste auch in ihrer zeitlich frühen Reife und Ernte, wodurch die sich in diesen Kulturen entwickelnden Unkrautarten verhindert werden, ihre Samen auf dem Ackerfeld auszureifen und auszustreuen. Besonders hervorragende Dienste leistet in dieser Beziehung die Wintergerste, die die Felder nicht nur von Samenunkräutern, sondern auch von sich vegetativ vermehrenden Unkrautarten reinigt (s. Vergesellschaftungsgrad S. 97). Durchgehen wir unsere Ergebnisse über den Vergesellschaftungsgrad der Ackerunkräuter und der Kulturpflanzen, so zeigt sich uns, dass die ungünstigen Keimungsbedingungen, die die Wintergerste und der Roggen den Winter- und Frühjahrskeimern bieten, auch auf die Vergesellschaftung der Unkraut- und Kulturpflanze einen weitgehenden Einfluss auszuüben vermögen. Winter- und Frühjahrskeimer des Wintergetreides vergesellschaften sich vorwiegend mit Winterweizen, während dagegen die Begleitflora der Wintergersten- und Roggenkulturen sich vorwiegend aus Herbstkeimern zusammensetzt. Und diese Umstände bedingen die in der Praxis heute allgemein bekannte unkrautsäubernde Kraft dieser beiden Ackerkulturen. Auch

Frequenzzahl und Dominanz der Früh-

Unkrautarten:	Wintergerste		Winterroggen	
	Frequenz- zahl	Domi- nanz	Frequenz- zahl	Domi- nanz
1. <i>Holcus lanatus</i>	2,6	1,5	—	—
2. <i>Dactylis glomerata</i>	—	—	1,1	1,0
3. <i>Poa annua</i>	2,6	1,0	2,2	2,0
4. <i>Poa pratensis</i>	10,5	1,4	6,6	1,4
5. <i>Festuca rubra</i>	—	—	1,1	1,5
6. <i>Lolium italicum</i>	—	—	1,1	2,0
7. <i>Agropyron repens</i>	5,2	3,0	9,9	2,0
8. <i>Avena elatior</i>	—	—	2,2	1,8
9. <i>Polygonum Persicaria</i>	5,2	2,0	8,8	1,8
10. <i>Polygonum Convolvulus</i>	68,4	2,2	66,0	2,1
11. <i>Chenopodium polyspermum</i>	13,1	1,9	11,0	1,8
12. <i>Chenopodium album</i>	57,9	2,1	40,6	1,9
13. <i>Thlaspi arvense</i>	2,6	1,5	4,4	1,8
14. <i>Anagallis arvensis</i>	7,8	1,8	16,5	2,1
15. <i>Prunella vulgaris</i>	5,2	1,3	12,1	1,7
16. <i>Galeopsis Tetrahit</i>	39,4	2,3	17,6	2,3
17. <i>Plantago intermedia</i>	—	—	3,3	2,0
18. <i>Legousia Speculum Veneris</i>	7,8	1,3	20,9	2,1
19. <i>Sonchus asper</i>	28,9	1,9	36,3	1,9
Total	257,2	25,2	261,7	33,2
Mittel	18,3	1,8	14,5	1,8

Hackkulturen, wie Kartoffeln und Rüben begünstigen durch das wiederholte Hacken, wodurch viele Unkräuter zerstört werden, die Unkrautbekämpfung.

Wie bei der Bekämpfung von Seuchen häufig die grössten Erfolge durch zweckmässige Prophylaxis erzielt werden können, so kommt auch im Kampf gegen das Unkraut der *Vorbeugung*, der Reinlichkeit auf Hof und Acker, der Verwendung von unkrautfreiem Saatgut und Stallmist, der Verhinderung des Reifens und Absamens der Unkrautsamen auf dem Felde, sowie der Herstellung eines gesunden, tätigen, garen, nährstoffreichen Ackerbodens die Hauptrolle zu. Dieser Weg der Bekämpfung verursacht auch die geringste Arbeit und kleinsten Kosten.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen immer wieder, dass weitaus die meisten Artvertreter unserer Ackerunkrautflora Samenunkräuter sind (vgl. S. 72, 73, 223, 225, 227, 230, 249, 253 und 257/58), so dass unseren Ackerfeldern von dieser Seite her, d. h. durch Absamung der Unkräuter auf dem Felde vor der Ernte und durch Verschleppung von Unkrautsamen mit Saatgut und Stallmist

jahrskeimer in den einzelnen Kulturen

Winterweizen		Wintergetreide		Sommergerste		Hafer		Sommergetreide	
Frequenz- zahl	Domi- nanz	Frequenz- zahl	Domi- nanz	Frequenz- zahl	Domi- nanz	Frequenz- zahl	Domi- nanz	Frequenz- zahl	Domi- nanz
1,9	1,0	2,0	1,3	—	—	—	—	—	—
1,9	1,5	1,2	1,3	—	—	6,6	1,5	3,4	1,5
0,9	1,0	1,6	1,5	—	—	—	—	—	—
7,5	1,3	7,4	1,3	—	—	6,6	1,5	3,4	1,5
—	—	0,4	1,5	—	—	—	—	—	—
0,9	2,0	0,8	2,0	—	—	—	—	—	—
32,7	1,9	19,4	2,0	—	—	—	—	6,9	1,5
3,7	1,3	2,4	1,4	—	—	6,6	1,0	3,4	1,0
30,8	2,2	18,6	2,1	10,0	1,5	26,7	1,5	24,1	1,9
88,0	2,3	76,5	2,2	80,0	2,2	86,8	2,2	79,3	2,2
24,3	1,7	18,2	1,7	30,0	2,2	26,7	1,6	31,2	1,7
74,0	2,1	58,3	2,0	90,0	2,7	93,3	2,0	89,6	2,1
28,1	1,7	14,5	1,7	20,0	1,8	6,6	1,5	17,2	1,7
25,2	1,8	19,8	1,9	50,0	2,1	6,6	2,0	24,5	2,0
25,2	2,0	17,4	1,9	—	—	26,7	1,8	17,2	1,6
29,0	2,6	26,9	2,4	20,0	2,0	6,6	1,5	10,3	1,8
4,7	1,6	3,3	1,8	10,0	2,0	6,6	1,5	6,9	1,8
11,2	1,7	14,5	1,9	20,0	1,5	40,0	1,8	27,6	1,7
75,7	2,3	53,3	2,2	—	—	13,3	2,3	10,3	2,3
465,7	32,0	356,5	34,1	330,0	18,0	353,1	23,7	358,0	26,3
25,8	1,8	18,7	1,8	36,6	2,0	25,2	1,7	23,8	1,8

(vgl. noch S. 211 ff. u. 263/64) Gefahr droht. Und daher ist es eine der nützlichsten Aufgaben des Ackerbaues, zu versuchen, diese Seuchenherde der Verunkrautung durch Vorbeugung zu beseitigen. Denn nur wenn hier intensiv prophylaktisch gearbeitet wird, hat die Heilung, das Vernichten des Unkrautes auf dem Acker dauernden Erfolg.

Die Beschaffung und Verwendung von gutem, *reinem Saatgut* ist für die Landwirtschaft überhaupt und für die Unkrautbekämpfung im Besonderen von grosser Bedeutung. Durch die Verwendung von mit Unkrautsamen verunreinigtem Saatgut kann der Landwirt seine Felder unter Umständen in bedenklichem Ausmasse mit Unkraut verseuchen; denn im Saatgut können vielfach beträchtliche Mengen Unkrautsamen enthalten sein. Vorwiegend werden mit dem Saatgut Unkrautsamenarten, die in der Samenreife und ihren Keimungsverhältnissen weitgehend mit den Kulturpflanzensamen übereinstimmen, also Samenarten ohne ausgesprochene Samenruhe, verbreitet (vgl. auch S. 102—107).

Getreide, das als Saatgut Verwendung finden soll, ist nach dem Drusch wenigstens mittelst einer guten Windfege mit Sieben und

mittelst eines guten Trieurs zu reinigen. Die Windfege entfernt in erster Linie die leichteren Samen. Ihre Siebe scheiden sowohl die ganz grossen als auch die kleineren Samen ab. Der Trieur mit seinem Zellenzylinder liest die mehr runden Samen aus. Eine weitgehendste Reinigung ist aber nur bei Verwendung der kombinierten Saatgutreinigungsmaschine für Getreide, wie die Anlagen von Neuhaus, Röber, Schule u. a., wie sie bei uns bei den Reinigungsstellen der schweizerischen Saatzuchtgenossenschaften verwendet werden, möglich. Je ähnlicher aber der Unkrautsame dem Saatgut ist, um so schwieriger ist die Reinigung. Besonders schwierig ist Getreidesaatgut von fremden Getreidekörnern zu reinigen, wie z. B. Weizen von Roggen und umgekehrt. Hier muss als Grundsatz gelten, dass man nur von solchen Feldern Saatgut nimmt, die weder artenfremdes Getreide noch Unkräuter mit getreideähnlichen Samen aufweisen. In dieser Hinsicht bieten die schweizerischen Saatzuchtgenossenschaften mit ihrem feldbesichtigten und anerkannten Saatgut weitestgehende Sicherheit und Gewähr. Wird es doch sowohl bei der Feldbesichtigung als auch bei der Nachprüfung des Saatgutes durch die Organe der Eidg. Landw. Versuchsanstalten Oerlikon und Lausanne auf Unkrautreinheit kontrolliert.

Unsere Tiere erhalten im Grünfutter, im Heu, Stroh, in Kraftfutter und Getreideabfällen viele Ackerunkrautsamen, die z. T. unverdaut und noch keimfähig mit den Auswurfstoffen in den *Stallmist* gelangen. Ueber diese Verhältnisse orientieren uns sehr gut die Ergebnisse eines Unkrautsamenverdauungsversuches von D o r p h - P e t e r s e n ⁽⁴⁷⁾, die erkennen lassen, dass einzelne Unkrautsamenarten (wie *Chenopodium-Spezies*, *Plantago lanceolata* u. a.) auch nach dem Durchlaufen der Verdauungsorgane des Rindes und des Schweines noch bis zu 65 % keimfähig waren.

Ausserdem werden dem Stallmist durch die Stallstreue Unkrautsamen zugeführt. Unter diesen Umständen kann der Stallmist zu einem der wichtigsten Verbreiter von Unkrautsamen werden (vgl. Seiten 231—240). Deshalb muss der Landwirt auch hier der Unkrautverschleppung durch Reinhaltung des Düngers von keimfähigen Unkrautsamen vorbeugen. Besonders ist darauf zu achten, dass mit Unkrautsamen durchsetzte Getreidespreu nicht auf den Düngerhaufen gelangt. Getreide- und Druschabfälle sollten daher nur in zerkleinertem Zustande verfüttert werden. Ausserdem hat

der Landwirt für eine möglichst vollständige Zerstörung der Keimfähigkeit der im Dünger enthaltenen Unkrautsamen durch Herbeiführung einer starken Gärung und Erhitzung des Stallmistes durch lockere Lagerung in der Düngerstätte (wie sie die englische Landwirtschaftspraxis kennt) zu sorgen. Erst später wird eine dichte Lagerung des Mistes herbeigeführt. Allzu oft ist, wie entsprechende Versuche zeigen, diese Erhitzung nicht genügend (vgl. noch besonders S. 234—240). Nun wird es in der Praxis ja nie möglich sein, den Stalldünger auf diesem Wege ganz von keimfähigen Unkrautsamen zu befreien. Der Landwirt sollte aber dafür sorgen, dass den noch keimfähigen Samen keine Gelegenheit zu weiterer Verbreitung auf dem Ackerfeld geboten wird, indem der Stallmist in erster Linie auf Feldern Verwendung findet, die auch während des Wachstums der Kulturpflanzen durch Hacken, Jäten und Schneiden vom Unkraut gesäubert werden können, wie Hackfrucht- und Grünfutterfelder. Letztere sind aber jeweils vor dem Blühen und Reifen der Unkräuter zu ernten. Ist die Düngung der Getreidefelder mit Stallmist nicht zu umgehen, so sollte hier nur gut vergärter und verrotteter Stallmist verwendet werden.

Im weiteren ist auch eine zu starke, einseitige Stallmistdüngung der Getreidefelder aus Rücksicht auf den günstigen Einfluss auf die Entwicklung zahlreicher Ackerunkräuter zu unterlassen. Vor allem sind es nitrophile und meistens auch basikline Unkrautarten (vgl. S. 192 und 193 ff.), die humosen, stark mit Stallmist gedüngten Boden verlangen. Die Düngung der Felder reguliert weitgehend den Nährstoffgehalt des Bodens und somit auch die Bodenreaktion, die ihrerseits wieder die vegetative Entwicklung und die quantitative und qualitative Zusammensetzung des Unkrautbestandes zu beeinflussen vermögen (s. S. 153 ff.), so dass der Landwirt schon durch die Düngerwahl auf den Unkrautbestand seiner Felder regulierend einwirken kann. Um hier aber erfolgreich arbeiten zu können, sind für den Landwirt eingehende Kenntnisse über die Bodenansprüche der einzelnen Ackerunkrautarten, wie wir sie auf Seiten 108—211 zu geben versucht haben, notwendig.

Noch in erhöhterem Masse als mit Stallmist werden keimfähige Unkrautsamen mit *Kompost* auf das Feld verschleppt; denn alle möglichen Abfälle aus Haus und Hof, mit den verschiedensten Samen durchsetzt, werden auf dem Komposthaufen abgelagert, keimen

und entwickeln sich hier in üppigster Art und Weise, um dann in ungeheurer Samenfülle zu fruchten. Die hier während der Vegetationszeit gebildeten und mit Reservestoffen vollgestopften Samen und vegetativen Fortpflanzungsorgane werden dann im Winter aufs Feld verbracht. Kompostdünger sollte daher nicht zur Düngung des Ackerlandes Verwendung finden.

Durch längere Lagerung im Komposthaufen (mindestens 2 Jahre) werden die darin enthaltenen Unkrautsamen bei mehrmaligem Umarbeiten und Anfeuchten des Komposthaufens auch, z. T. wenigstens, vernichtet. Sie keimen z. T. aus, z. T. werden sie durch Bakterien und Pilze zersetzt und z. T. verlieren sie ihre Keimfähigkeit infolge der Erwärmung des Kompostes, die unter Umständen sehr beträchtlich sein kann.

Als eine weitere vorbeugende Massnahme der Unkrautbekämpfung muss die *Verhütung der Versamung* der auf dem Felde aufgelaufenen Unkrautpflanzen erwähnt werden. Wie selbstverständlich dies auch jedem praktischen Landwirt scheinen mag, muss leider doch so oft im Felde die Beobachtung gemacht werden, wie wenig eigentlich in der Praxis dieser Forderung nachgelebt wird. Weitgehendste Vernichtung der Ackerunkräuter vor der Fruchtbildung bildet die praktische Grundlage der Unkrautbekämpfung und sie zeitigt, wo sie als oberster Grundsatz gilt, bald beachtenswerte Erfolge. Und wir rufen daher der Praxis zu: « Verhindert die Fruchtbildung des Ackerunkrautes durch rechtzeitiges Hacken, Jäten *), Abschneiden, Eggen, Unterpflügen und Bestreuen und Bespritzen (mit chemischen Bekämpfungsmitteln) der Ackerunkräuter! » Aber nur dann, wenn auch die Ackerraine, Strassenränder und Grabenufer vom Unkraut gereinigt werden, und von hierher die Versamung und Verunkrautung der benachbarten Ackerfelder verhindert wird, zeitigt die Bekämpfung des Unkrautes auf dem Acker vollen Erfolg. Trotz Ergreifens aller dieser Massnahmen werden immer wieder zahlreiche

*) Das Jäten des Unkrautes von Hand wird heute, namentlich im Flachlande, selten mehr, weil es zu zeitraubend und deshalb zu kostspielig zu sein scheint, vorgenommen, obwohl auf diese Art die Vernichtung der auf dem Felde aufgelaufenen Unkräuter am intensivsten durchgeführt werden kann. Daher lohnt es sich aber unter Umständen auch heute noch, besonders stark verunkrautete Ackerfelder von Hand zu jäten. In Gebirgsgegenden wurde früher bei uns die Mehrzahl der Ackerfelder von Hand gejätet, was heute auch dort immer seltener wird.

Unkräuter auf dem Ackerland zur Reife gelangen, so dass auch bei der Ernte das Ausstreuen der Unkrautsamen zu verhindern versucht werden muss durch Anbringen eines Unkrautsamensammlers an den Getreidebinder oder die Mähmaschine.

Fassen wir alles, was wir hier als vorbeugende Massnahmen der Unkrautbekämpfung betrachtet haben, kurz zusammen, so sagen wir mit v. R ü m k e r ⁽²¹⁷⁾: « *Es darf vom Hofe weder direkt noch indirekt keimfähiger Unkrautsamen auf den Acker und die Wiese hinausgelangen. Es ist mit aller Sorgfalt und Ausdauer dafür zu sorgen, dass der Unkrautsame, der auf den Hof kommt, dort auch unschädlich gemacht wird.* »

Als *erste* indirekte Unkrautbekämpfungsmassnahme haben wir also die Vorbeugung, d. h. die Verhütung der Zufuhr von Samen und vegetativen Vermehrungsorganen aufs Feld zu betrachten. Die *zweite* indirekte Massnahme ist die *Vernichtung* der im Boden ruhenden Unkrautsamen und vegetativen Vermehrungsorgane. Diese besteht einerseits in der *Schaffung von günstigen Keimungs- und Vegetationsbedingungen* zum raschen und vollständigen Auflaufen und Austreiben der im Boden gelagerten Samen und vegetativen Vermehrungsorgane der Ackerunkräuter, gefolgt von einer intensiven und vollkommenen Vernichtung der jungen Unkrautpflanzen. Andererseits sind hier aber auch wieder Boden- und Vegetationsverhältnisse zu schaffen, die rasche *Zerstörung und Vernichtung der im Boden gelagerten Regenerationsteile* der Unkräuter ermöglichen.

Als Massnahme der ersten Art kommt der *Stoppelbearbeitung*, d. h. der Schälfurche und der folgenden kurzen Brache nicht geringe Bedeutung zu, wenn auch diese heute vielfach vom Standpunkt der Unkrautbekämpfung aus als bedeutungslos betrachtet und ihre Ausführung oft unterlassen oder nur oberflächlich vorgenommen wird. Eine zeitlich und technisch richtig durchgeführte Stoppelbearbeitung mit dem Pflug oder mit dem Cultivator mit nachfolgender, wenn auch relativ kurzer Brache, ist auch heute noch zur Unkrautbekämpfung zu empfehlen. Wie unsere Praxis darüber heute denkt, zeigen uns die hier folgenden Antworten einiger Landwirte aus dem Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz auf die diesbezügliche von uns der Praxis gestellten Frage:

Ein Bauer von Schaffhausen schreibt:

«Es keimt viel Unkraut, Mohn, wilder Burket, Schiesmartele, Schnürgras und Hahnenfuss. Wenn der Acker 2—3 Wochen vor dem Säen gepflügt werden kann, wird dieses wieder durchs Eggen zerstört. Daher das Sprichwort «in a alti And säje», was namentlich beim Roggen gut ist, ebenso auch bei der Gerste.»

Ein fortschrittlicher Ramsener-Bauer erwähnt:

«Auf unserer Schälffurche keimen alle Unkräuter. Jedoch gibt es Ausnahmen, dass z. B. ganze Aecker, mit Ausnahme der Anwand (wo es fester ist), vollständig sauber sind. Meine Versuche haben ergeben, dass ein sofortiges Eggen der Schälffurche einen Reiz auf die Keimung ausübt.»

Von Windlach (Zürich) erhalten wir die Antwort:

«Die auf der Schälffurche in nicht verunkrautetem Boden vorkommenden Pflanzen sind hauptsächlich: Melde (Schiesmartele), Knöterich (Flöhchrut), zahme Distel, Sauerampfer, Feuerblume, Kornblume. Diese treten besonders in lichten Beständen infolge Auswintern, geringer Bestockung und ähnlichen Ursachen auf. Ich sehe es dann gerne, wenn die Samen derselben im Brachfelde, also auf der Schälffurche, aufgehen. Sie sind dann leicht bei trockener Witterung durch scharfes Eggen und durch gutes Unterbringen bei der Saarfurche zu vertilgen.»

Weiter von Hochfelden:

«Auf der nur flachen Schälffurche macht sich bei einigermassen feuchter Witterung eine vielgestaltige Flora bemerkbar, vorherrschend sind Windhafer, Hahnenfuss, Löwenzahn etc., nebst dem Ausfall des Getreides. Die Schälffurche wird bei uns im allgemeinen viel zu tief gefahren.»

Dann von Winkel-Bülach:

«Auf flacher Schälffurche keimt fast alles Unkraut, das sich mit Samen vermehrt. Dies ist ein Grund, warum vielfach die Schälffurche zu tief gemacht wird, der Acker bleibt so länger sauber.»

Von Thalheim (Zürich):

«Hat ein Acker lange Zeit der Klee- oder Kleeagraskultur entbehrt, ist der Bestand der Ackerunkräuter auf der Schälffurche um so grösser. Vielmal sind es jedoch harmlose Pflanzen. Hiezu gehören Ackerehrenpreis, Heidekraut, Wolfsmilch, Hühnerdarm, Erdrauch und Melde, auch die stachellose Ackerdistel.»

In Guntalingen (Zürich) vertritt man über die Bedeutung der Schälffurche zur Unkrautbekämpfung folgende Meinung:

«Häufig wird der Fehler begangen, die Schälffurche zu tief zu ziehen, was dann das Aufgehen der Samenunkräuter verhindert. Auf der Schälffurche kommen häufig der Senf sowie alle Sommergräser (unter Sommergräser, Sommerunkräuter zählen wir alle flachwurzelnenden, gut zu bekämpfenden Unkräuter) zur Keimung, sofern das

Schälen kurz nach der Aberntung erfolgt. Das Sprichwort «hängt den Pflug an den Erntewagen» sollte jeder strebsame Bauer beherzigen.»

Ferner in Hottwil (Aargau):

«Es wird bei uns nach der Ernte gewöhnlich mit dem Schälflug gefahren, bei trockenem Wetter hat man einen ausgezeichneten Erfolg, wogegen bei nassem Wetter man gar nichts ausrichten kann.»

Und in Rüfenach endlich:

«Bei guter Bodenfeuchtigkeit und sofort nach der Ernte ausgeführter und nicht zu tiefer Schälfurche kommen die meisten Unkräuter zur Keimung, wie Löwenzahn, Ackerwinde, Greizgen.»

Daneben haben wir aber aus der Praxis auch Antworten erhalten, die der Schälfurche als Unkrautbekämpfungsmassnahme geringe oder keine Bedeutung beimessen (solche besonders aus dem Kanton Aargau). Und in zahlreichen Antworten wird auch auf die Fehler, die bei der Stoppelbearbeitung von der Praxis gemacht werden, wie zu tiefes und zeitlich zu spätes Schälen hingewiesen. An Hand dieser Antworten und unserer eigenen Beobachtungen gelangen wir zur Ueberzeugung, dass, wenn die Stoppelbearbeitung unmittelbar nach der Getreideernte durchgeführt, die Schälfurche nicht zu tief (5—6, maximal 10 cm) gezogen und die darauffolgende Brachzeit nicht allzukurz (mindestens 3—4 Wochen) bemessen wird, all diese Massnahmen zur Unkrautbekämpfung auch heute noch bei intensivster Ackerkultur wertvolle Dienste leisten werden und daher ihre Berechtigung haben. Bei zu tief gezogener Schälfurche ist die Keimung der ausgefallenen Samen, wie die diesbezüglichen zahlreichen Versuche ergeben haben (vgl. S. 285 ff.) gering, oder sie unterbleibt ganz, so dass in diesem Fall der Stoppelbearbeitung für die Unkrautbekämpfung geringer Wert zukommt. Bei zeitlich und technisch richtiger Ausführung des Schälens werden dadurch den auf die Oberfläche ausgefallenen Unkrautsamen günstige Keimungsbedingungen geschaffen, die noch bei Trockenheit, oder bei ungenügender Krümelung der Ackerkrume durch nachfolgendes Anwalzen verbessert werden können. Das Schälen kann, um Zeit zu gewinnen, einigermaßen ersetzt werden durch die Stoppelbearbeitung mit dem Federzahnkultivator oder mit der Scheibenegge und durch folgendes Walzen. Dabei werden die Unkrautsamen leicht untergebracht und durch das Anwalzen, das die Kapillarität der obersten Ackerschicht erhöht, mit dem zum Keimen notwendigen Wasser versorgt. Wenn

auch auf der Schälfruche vornehmlich nur Herbstkeimer, Samen ohne absolute Samenruhe aufzulaufen vermögen, so kann sich die Stoppelbearbeitung auch auf Vernichtung der nichtkeimenden Ackerunkrautsamen günstig auswirken. Während diese an der Oberfläche liegend stark austrocknen und widerstandsfähig werden, sind sie untergebracht leichter quellbar und werden leichter von den Bodenorganismen angegriffen und zersetzt.

Die Keimlinge der Schälfruche werden dann im Herbst durch die Saarfurche bei folgendem Wintergetreide und durch die Winterfurche bei Sommergetreide und Hackfrüchten in die Tiefe zum Erstickten gebracht und dort von den cellulosezersetzenden Bakterien abgebaut.

Im Kampfe gegen die im Boden ruhenden Unkrautsamen und Unkrautwurzeln sind die *Cellulose-* und *Pektinvergärer* und stickstofffixierenden Bakterien unsere grössten Helfer. Die Mikroorganismen des Bodens befallen die Samen und vegetativen Vermehrungsorgane und zersetzen sie unter Entwicklung von Kohlensäure, Methan und Wasserstoff und Bildung von Ammoniak, Nitrit und Nitrat und tragen somit einerseits zur Bekämpfung der ungeheuren Unkrautsamenvorräte des Ackerbodens (vgl. S. 213—234), andererseits aber auch zur Erzeugung der Ackergerate ihren Teil bei.

Die Tätigkeit, d. h. die Vermehrung und das Gedeihen der Bodenbakterien kann durch rationelle Bodenbearbeitung und Düngung des Feldes gesteigert und dadurch auch indirekt die Unkrautsamenzerstörung beeinflusst werden. Durch Stallmistgaben vermehren wir unter anderem den Vorrat des Bodens an organischer Substanz, führen damit den Cellulose und Pektin vergärenden Bodenbakterien Nahrung zu und fördern dadurch ihre Vermehrung. Durch Stallmistdüngung schaffen wir nicht bloss durch die Zufuhr org. Substanz, sondern auch infolge der Herbeiführung einer neutralen bis alkalischen Bodenreaktion den Bodenbakterien günstige Lebensbedingungen. Die gleiche Wirkung erzielen wir durch Kalkung der Ackerfelder. Diese Massnahmen haben eine Aenderung der Bodenreaktion, namentlich saurer Felder zur Folge, wodurch wir auch den säureliebenden und kalkmeidenden Unkrautarten (vgl. S. 157—164 und 188/189) ungünstige Keimungs- und Vegetationsverhältnisse bieten und sie zum Verschwinden bringen.

Aehnliche physikalische und chemische Bodenverhältnisse schaffen wir durch *Drainierung* nasser Ackerfelder, wodurch der Wasser- und Luftgehalt des Ackerbodens in günstiger Weise geregelt wird. Wiederum beeinflussen wir dadurch das Bakterienleben des Bodens in günstigem Sinne und sorgen damit für rascheren Abbau der Humusstoffe und führen eine allmähliche Aenderung der Bodenreaktion und auch des Unkrautbestandes herbei. Ebenso werden durch die Drainage auch mehrjährige Unkräuter, die unbedingt eine mehr nasse Ackerkrume vorziehen, wie *Ranunculus repens* L., *Mentha arvensis* L. u. a. m. in ihrer vegetativen Vermehrung ungünstig beeinflusst, und somit wird ihre Bekämpfung erleichtert. Durchschlagend wirkt aber die Drainierung, wenn es sich um die Vernichtung mehrjähriger Unkrautarten mit sehr tiefliegenden unterirdischen Ausläufern, wie *Equisetum arvense* L., *Tussilago Farfara* L. u. a. m. handelt. Durch die Entwässerung der tiefliegenden (50—80 cm) wasserführenden Schicht wird bei ihnen dauernd die vegetative Vermehrung weitgehend unterdrückt.

Endlich können die im Boden sich befindenden Unkrautsamen und vegetativen Vermehrungsorgane auch durch chemische, ätzende Mittel zerstört werden. Dabei darf aber auf dem Ackerland die Vergiftung des Bodens keine nachhaltige sein, damit die nachfolgenden Kulturpflanzen nicht geschädigt werden. Derartige Versuche ergaben keinen vollen Erfolg. Die zerstörende Wirkung der Chemikalien reichte allgemein zu wenig nach der Tiefe hin, so dass durch die auf die Bodenbehandlung folgenden Bodenbearbeitungen, vornehmlich durch die Pflugarbeit immer wieder unverletzte Regenerationsorgane der Ackerunkräuter aus tieferen Schichten an die Oberfläche gebracht werden und hier wieder keimen und austreiben. Eine Schädigung der folgenden Kulturpflanzen trat im allgemeinen bei zeitig im Herbst erfolgter Behandlung nicht ein. Es wurden meist Schwefelsäure mit Wasser (1:40, 800 Liter pro ha), Karbolsäure mit Wasser (1:40, 800 Liter pro ha), dann Formaldehyd, essigsaures Natron, 4—5 %ige Natriumchloratlösung in Mengen von 1 Liter pro Quadratmeter u. a. m. angewendet. Die tiefste Einwirkung, d. h. 30 cm, konnte mit Karbolsäure auf *Cirsium*-Wurzeln festgestellt werden, wenn die Säure unmittelbar auf die Distelpflanze gegossen wurde. Die direkte Zerstörung der Samen und vegetativen Vermehrungsorgane ist nach den bisherigen Erfahrungen auch nur eines

der Bekämpfungsmittel, nicht aber *das* Bekämpfungsmittel; denn eine Wirkung auf grössere Tiefe hinab ist nicht zu erzielen.

Die Beseitigung herangewachsener Unkräuter in den Kulturen, die direkte Bekämpfung der Ackerunkrautflora, kann einerseits durch *Abmähen, Abeggen, Ausgraben, Ausstechen, Unterpflügen* und *Behacken* erfolgen.

Andererseits werden dazu, womit man erst in den letzten Jahrzehnten begonnen hat, *chemische Mittel* verwendet. Die Versuche ergaben allgemein, dass einzelne Chemikalien bei richtiger Bemessung der Konzentration der Lösungen und des verwendeten Quantum pro Flächeneinheit bei zeitlich und technisch zweckmässiger Verwendung das Unkraut, bzw. einzelne Unkrautarten weitgehendst vernichten, ohne dabei die Kulturpflanze erheblich zu schädigen. Die verschiedene Wirkung der Chemikalien bei den einzelnen Pflanzen, bzw. bei den Kulturpflanzen und den Unkrautarten wurde eingehend untersucht.

Man bringt sie mit der Wachsschicht der oberirdischen Teile der einzelnen Pflanzenarten in Zusammenhang. So bleiben die Blätter der Getreidearten bei einer Eisenvitriolbespritzung unbeschädigt, weil ein Wachsüberzug das Eindringen der ätzenden Flüssigkeit ins Zellengewebe hindert.

Bei den Cruciferenblättern wird das Eindringen der ätzenden Lösung ins Blattinnere infolge bedeutend geringerer Wachsschicht erleichtert, so dass eine Schädigung der Pflanzenzellen hier ermöglicht wird.

Es konnte auch wirklich festgestellt werden, dass die schädigende Wirkung der Chemikalien im umgekehrten Verhältnis mit der Menge des Wachses der oberirdischen Pflanzenteile steht. So fand man im Durchschnitt von je 20 gr unversehrter Blätter folgende Mengen Wachs:

Hafer	0,0465 gr	Raps	0,0390 gr	Senf	0,0116 gr
Gerste	0,0364 gr	Wicken	0,0230 gr	Distel	0,0186 gr
Weizen	0,0434 gr	Hederich	0,0136 gr		

Ausserdem soll auch die Stellung der Blätter und die Grösse der Blattspreite, d. h. die Anhaftungsmöglichkeit der Chemikalien auf ihre schädigende Wirkung von Einfluss sein. Die mehr aufrechtere Stellung der Gramineenblätter und deren relativ kleine Blattspreite setzen gegenüber der mehr wagrechten und grösseren Blattspreite

der Unkrautblätter die Festsetzungsmöglichkeit der chemischen Bekämpfungsmittel herab und verhindert auch aus diesem Grunde hier eine namhafte Schädigung.

Zudem wird der Vegetationspunkt der Gramineenspezies durch die Blattscheiden geschützt und kann weniger leicht als der ungeschützte der Dicotyledonen beschädigt werden, was für die Widerstandskraft der Pflanzen gegenüber Chemikalien ebenfalls von Bedeutung sein soll.

Im Ferneren konstatierte man, dass die Wirkung der Chemikalien auch von der Art und Weise der Behaarung der Pflanzenteile bedingt werde. Während dünne Behaarung die Angriffskraft der chemischen Mittel steigert, schützt dichte die Pflanzenteile vor dem Angriff.

Auch nach der Ursache der zerstörenden Wirkung der chemischen Unkrautbekämpfungsmittel wurde eifrig geforscht. Anfänglich führte man sie auf den Wasserentzug der Pflanzenzellen durch Chemikalien, d. h. auf die Plasmolyse zurück. Denn allgemein kann beobachtet werden, dass die Schädigung bei Trockenheit bedeutend intensiver ist als bei feuchter Witterung. Diese Erscheinung lässt vermuten, dass je mehr die Pflanze imstande ist, das durch die Chemikalien entzogene Wasser zu ersetzen, umso geringer die Schädigung sein wird.

Auf Grund der Ergebnisse eingehender Untersuchungen wurde festgestellt, dass namentlich die vernichtende Wirkung von Schwefelsäure auf die Pflanzenzellen nicht auf Plasmolyse, sondern vielmehr auf die Säurewirkung zurückgeführt werden müsse, weil starke Säuren auch in grosser Verdünnung Pflanzenzellen schädigen. So konstatierte man, dass Zellen, die 5 Minuten in 0,5 %iger Schwefelsäure lagen, ohne Plasmolyse zu zeigen, abstarben. Andererseits konnten Pflanzenzellen während mehrerer Stunden in Zuckerlösung verbracht werden, ohne aber bei gesteigerter Plasmolyse einzugehen. Bei Säurebehandlung wird der Zellinhalt verfärbt und stirbt ab. Das Protoplasma wird dabei grützig, die Chlorophyllkörner verfärben sich und nehmen einen gelbgrünen Ton an, und die Chloroplasten werden aufgelöst. Die Zellwände und besonders die Epidermis werden meist nicht verändert, weil die Säurelösungen in der verwendeten Konzentration Cellulose nicht schädigen. Besonders wird durch Schwefelsäure das Chlorophyll zerstört.

Heute werden zur Unkrautbekämpfung verwendet:

- | | | |
|--|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Eisenvitriollösung: 15—20 %ige in trockenem Klima
20—30 %ige in feuchten Gebieten 2. Verdünnte Schwefelsäure: 3—4½ gewichtsprozentige, ca. 1000 ltr. pro ha. 3. Verdünnte Salpetersäure: von gleichem Stärkegrad und gleicher Menge wie Schwefelsäure. 4. Raphanit (=Kupferniträt—Cuproazotin—): 2—3 gewichtsprozentiges; für widerstandsfähige Unkräuter, wie <i>Centaurea Cyanus L.</i>, <i>Cirsium arvense (L.) Scop.</i>, <i>Urtica spec. u. a. m.</i> 4,5—6 %iges; pro ha. 700—800 ltr. 5. Ungeölter Kalkstickstoff: 150—200 kg pro ha zur Bekämpfung von <i>Raphanus Raphanistrum L.</i>, <i>Sinapis arvensis L.</i>, <i>Chenopodium album L.</i>, <i>Agrostis Spica venti L. u. a. m.</i> 6. Hederichpulver (60 % Eisenvitriol und 40 % Gips) 150—200 kg pro ha. 7. Staubkainit oder Hederichkainit bis 1000 kg pro ha. Dient vornehmlich zur Bekämpfung von <i>Raphanus Raphanistrum L.</i> und <i>Sinapis arvensis L.</i> | } | bei einer Bespritzung der Hektar mit 600—800 ltr. |
|--|---|---|

Wie uns ein Landwirt in Wermatswil mitteilte, konnte er auch mit *feingemahlenem 30 %igem Kalisalz* gute Erfolge bei der Unkrautbekämpfung erzielen.

Der Kampf gegen das Unkraut ist eine Pflicht des Landwirtes, die aber leider oft nicht als solche erkannt wird. Die grossen Kosten intensiver Ackerkultur werden nur unvollkommen verzinst, wenn nicht auch die natürliche Flora von unseren Feldern ferngehalten wird. Die Bekämpfung der Ackerunkräuter muss aber, um erfolgreich zu sein, mit Sachkenntnis und Einsicht durchgeführt werden. Sie setzt in erster Linie eingehende Kenntnisse der Lebensverhältnisse der Unkräuter, in die wir durch die vorausgegangenen Ergebnisse unserer Untersuchungen Einblick zu geben versucht haben, voraus. Mit Hilfe dieser Kenntnisse sind Mittel und Wege zur Bekämpfung zu suchen. Allgemein gültige Massnahmen, d. h. sogenannte Rezepte gibt es zur Unkrautbekämpfung, wie überhaupt in der Landwirtschaft nicht. Sie der Praxis geben zu wollen, ist ein wertloses Unterfangen. Der Landwirt *selbst* muss durch jahrelange Versuche und Beobachtungen versuchen, seine Felder kennen zu lernen, um sie auch rationell zu bebauen.

Der Unkrautschaden ist beträchtlich. Auf Grund von eingehenden Versuchen wurden für die skandinavischen Länder Ertragseinbusen, die durch Unkräuter hervorgerufen wurden, von jährlich 1254,75

Millionen Stärkewerten festgestellt. Das macht bei einem Wert der Stärkeeinheit von nur 25 Rappen = 313,68 Millionen Schweizerfranken. Für Deutschland wird nur bei den Feldfrüchten ein Verlust von 4641,56 Millionen Stärkewerten, oder von 1160,40 Millionen Schweizerfranken errechnet.

Der kleinen Schweiz würden unter Zugrundelegung der in Skandinavien ermittelten Zahlen und der Ergebnisse der Anbaustatistik von 1926, wenn auch nur $\frac{1}{4}$ unseres Ackerlandes Unkrautschaden aufweist, durch die Unkrautflora Ertragsverluste von 11,5 Millionen Stärkeeinheiten oder 2,875,000 SFranken entstehen.

Es ist daher eine der Hauptaufgaben der Landwirtschaft, den Kampf gegen das Unkraut tatkräftig aufzunehmen. Und wir erinnern mit v. R ü m k e r ⁽²¹⁷⁾ an ein altes rheinisches Sprichwort:

« Das Unkraut speist mit dem Bauer aus einer Schüssel. Und es kann ihn, wenn es zu üppig gedeiht, am Sattwerden hindern! »

IV. Zusammenfassung

1. Die Ackerunkräuter sind vom Menschen ungewollt gehegte aber stets bekämpfte wildwachsende Begleitpflanzen der Kulturpflanzen, deren Vorkommen und Gedeihen ausser von Klima und Boden auch von dessen Kultivierung durch den Menschen und damit vom Bodennutzungssystem abhängig sind.

2. Das aus der wilden Feldgraswirtschaft hervorgegangene Bodennutzungssystem der verbesserten Dreifelderwirtschaft bietet infolge seiner ihm eigenen relativ starren und einseitigen Fruchtfolge und vornehmlich wegen der unmittelbaren Folge von Getreide auf Getreide und wegen der zeitlich meist kurzen Futterbaunutzung der einzelnen Felder für die Entwicklung der Ackerunkrautarten die günstigsten Lebensbedingungen.

3. Die untersuchten Gebiete der verbesserten Dreifelderwirtschaft der Schweiz besitzen ein gemässigttes, weitgehend ausgeglichenes Klima. Temperatur und Befeuchtungswerte des Gebietes weichen lokal wenig voneinander ab. Deutliche Unterschiede können hier nur in Bezug auf die Niederschlagsverhältnisse festgestellt werden, so dass klimatisch bedingte Unterschiede in der Verbreitung und dem Wachstum der einzelnen Unkrautarten auf die verschiedenen Niederschlagsverhältnisse zurückzuführen sind.

4. Die Böden der Schweiz sind verhältnismässig jung und sind heute noch stark vom Muttergestein beeinflusst. Das schweizerische Dreifeldergebiet zerfällt in:

- a) Das *schweizerische Mittelland*, dessen Boden vornehmlich durch Diluvialablagerungen gebildet wird. Diese liefern fruchtbare, sandige Lehm Böden bis lehmige Tonböden.
- b) Den *Jura*, mit nordwestlich dem Tafeljura und nordöstlich dem Randengebiet. Die Böden des Tafeljuras, wie auch des Randens sind im allgemeinen steinig, wenig tiefgründig und stark wasser-durchlässig. Bei grösserem Tongehalt werden sie zähe und sind schwer zu bearbeiten.

Unter dem Einfluss unseres humiden Klimas mit Niederschlägen während des ganzen Jahres und einer mittleren Jahrestemperatur von 6–11° C haben sich herausgebildet:

- a) im Mittelland *Braunerdeböden* mit neutraler bis alkalischer Reaktion und geringem bis mittlerem Kalkgehalt;
- b) im Jura *Humuscarbonatböden* mit alkalischer bis stark alkalischer Reaktion und einem grossen Gehalt an CaCO_3 , wie auch *Braunerdeböden* mit geringem Kalkgehalt.

5. Die Untersuchung der Unkrautbestände mit Hilfe der statistischen botanischen Bestandesaufnahme, d. h. nach der Schätzungs- methode ergab für das untersuchte Gebiet (Schaffhausen, Zürich, Aargau), dass sie sich vorwiegend (zu ca. $\frac{3}{5}$) aus annuellen und winter- annuellen Samenunkrautarten zusammensetzen, während auf die mehrjährigen bodenständigen Unkräuter und auf die mehrjährigen mit dauernder vegetativer Vermehrung nur je $\frac{1}{5}$ der Gesamtarten- zahl entfallen. Geringere Unterschiede als bei der Artenzahl ergeben sich innerhalb der drei biologischen Unkrautgruppen in Bezug auf die Verbreitung, die Frequenz. Hier kann nur ein schwaches Vorwalten der Samenunkräuter gegenüber den Wurzelunkräutern festgestellt werden.

6. Zwischen der Kulturpflanze und den einzelnen Unkrautarten besteht eine Lebensgemeinschaft, die ausserdem auch von der Frucht- folge (Roggenfruchtfolge oder Sommerfruchtfolge) abhängig er- scheint. Diese Lebensgemeinschaft ist z. T. in der Kulturpflanze selbst, z. T. aber in der Art ihrer Pflege durch den Menschen be- gründet.

7. Der Einfluss des Bodens auf das Vorkommen und das Gedei- hen der Pflanzen bzw. der Ackerunkräuter ist:

- a) *physikalischer* Natur. Die Dispersität des Bodens und die davon abhängende Wasserkapazität des Bodens bedingen die Verbrei- tung der einzelnen Unkrautarten;
- b) *chemischer* Natur. Hier sind es vornehmlich der Kalkgehalt und die Bodenreaktion, die die lokale Verteilung der Pflanzen bzw. Unkräuter beeinflussen.

Eigentlich sind es die kombinierten chemischen und physikali- schen Eigenschaften des Bodens, die die lokale Verbreitung der Pflanzen, soweit sie vom Standort abhängig ist, bestimmen.

8. Die grosse Anzahl der Samenunkräuter bedingt infolge ihrer relativ grossen Samenproduktionskraft einen verhältnismässig grossen Unkrautsamenvorrat in und auf dem Ackerboden. Die Dauer der Erhaltung der Keimfähigkeit der im Boden gelagerten Unkrautsamen variiert je nach Bodenart, Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, Tiefe der Lagerung und je nach der Samenart. Sie kann unter Umständen sehr beträchtlich sein.

9. Wie bei der Vegetation im allgemeinen zwei Perioden, eine des Wachstums (Frühjahr bis Herbst) und eine der Ruhe (Winter) unterschieden werden können, so sind auch bei der Keimung der Samen, bezw. der Unkrautsamen Perioden der Keimung und der Ruhe zu beobachten. Sie werden bedingt: einerseits durch das Klima und andererseits durch den jeweiligen physiologischen Zustand des Samens. Wir können somit bei den Ackerunkräutern Herbstkeimer, Winterkeimer, Frühjahrskeimer, Herbst-Winterkeimer, Herbst-Frühjahrskeimer, Winter-Frühjahrskeimer, Herbst-, Winter- und Frühjahrskeimer und solche Arten, die das ganze Jahr keimen, beobachten.

10. Die Keimungsverhältnisse der einzelnen Unkrautsamenarten sind sehr mannigfaltig. Sie werden bedingt: einerseits durch die hierin den Samen eigenen Eigenschaften und andererseits durch die Umweltfaktoren. Die Mannigfaltigkeit ihrer Kombinationsmöglichkeiten bestimmt die grosse Verschiedenheit der Keimungs- und Lebensverhältnisse der Unkräuter bezw. der Pflanzen.

11. Die erfolgreichsten Massnahmen zur Bekämpfung der Ackerunkräuter sind die prophylaktischen. Nur wo Ordnung und Reinlichkeit auf dem Hofe herrscht, wird es dem Landwirt möglich sein, seine Felder auf Jahre hinaus rein von Unkraut zu halten. Die Verwendung von unkrautsamenreinem Dünger und Saatgut und unkrautsamenarme Ackerfelder führen hier bei einer betriebstechnisch und biologisch rationellen Fruchtfolge allein zu dauerndem Erfolg. Die direkte Vernichtung der Ackerunkräuter auf dem Felde ist eine radikale Bekämpfungsmassnahme, der aber allein kein dauernder Erfolg beschieden ist. Alle Massnahmen werden aber stets nur bei genauen Kenntnissen der Lebensverhältnisse und Lebenseigentümlichkeiten der Ackerunkräuter von vollem Erfolg gekrönt sein.

V. Literatur-Verzeichnis

1. *Amsler, A.*: Uebersichtskarte der Böden des Kts. Aargau. Frick 1925.
2. *Annalen* der Schweiz. meteorologischen Zentralanstalt, 1901—1930.
3. *Apsits, J.*: Die Dynamik der physikalischen Eigenschaften des Bodens und dessen Fruchtbarkeit. Ldw. Jahrbücher, Heft 6, Bd. 78, 1933, S. 895 ff.
4. *Arrhenius, O.*: Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig 1926.
5. *Bauernsekretariat, schweiz.*: Die Bodennutzungssysteme in der Schweiz und ihre Verteilung. Brugg 1926.
6. *Bernhard, H.*: Die Verteilung der historischen Bodennutzungssysteme im Kanton Zürich. Wänterthur 1920.
7. — Die Landwirtschaft im Kanton Zürich, Zürich 1924. Betriebswirtschaftliche Verhältnisse. S. 61—123.
8. *Billwiler, R.*: Die Landwirtschaft im Kanton Zürich. Zürich 1924. Klimatische Verhältnisse. S. 29—30.
9. *Bornemann, F.*: Die wichtigsten landw. Unkräuter, ihre Lebensgeschichte und Methoden ihrer Bekämpfung. Berlin 1920.
10. *Bradfield, R.*: Journ. physic. Chem. 28 (zit. n. Kappen «Die Bodenazidität» s. d. S. 61).
11. *Braun-Blanquet, J.*: Schedae ad Floram Raeticam Exsiccatam. Lfg. 1—10. Chur 1918—1927.
12. — Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jhb. d. st. gall. naturwiss. Ges. 57, II. T., 1920/21, S. 305 ff.
13. — Pflanzensoziologie. Berlin 1928.
14. *Braun-Blanquet, J. und Jenny, H.*: Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Denkschr. d. schweiz. naturf. Ges. 63, 2, 1926, S. 181 ff.
15. *Braun-Blanquet, J. und Rübel, E.*: Flora von Graubünden 1., 2. und 3. Liefg., Bern 1932, 1933, 1934.
Veröff. des geobot. Institutes Rübel in Zürich, Heft 7.
16. *Braungart, R.*: Gibt es bodenbestimmende Pflanzen? Journ. f. Ldw. Berlin 1879, S. 423 und 481; 1880, S. 59 und 155.
17. — Bodenbestimmende Pflanzen. Ibid. 1880, S. 399 und 469.
18. *Brenchley, W. E.*: Weeds in relation to soils.
I (Bedfordshire) Jour. Board of Agr. 18, 1911, 18—24.
II (Wiltshire-Sommersetshire) ibid. 19, 1912, 20—26.
III (Norfolk) ibid. 20, 1913, 198—205.
19. *Brenchley, W. E. und Warington, K.*: The weed seed population of arable soil. I: Numerical estimation of viable seeds and observations on their natural dormancy. Journ. Ecol. 1930, 18, S. 235—272. Referat Bot. Zentralbl. 1931, Bd. 160, S. 351.
20. *Brockmann, H.*: Das Alter des schweiz. diluvialen Lösses. Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. in Zürich. Jhg. 54, Zürich 1909, S. 449—462.
21. — Vergessene Nutzpflanzen. «Wissen und Leben», VII. Jhg. 1914.
22. — Die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich, Jhg. 62, 1917, S. 80—102.

23. — Kulturpflanzen, ein Kulturelement der Menschheit. Veröff. d. geobot. Institutes Rübel in Zürich. 3. Heft, Festschr. C. Schröter, Zürich 1925, S. 793—810.
24. — Die Vegetation der Schweiz, I. und II. Lfg., 1925 und 1927.
25. *Bromer, F. X.*: Der Kanton Aargau. Gemälde der Schweiz. St. Gallen und Bern 1844.
26. *Büsgen, M.*: Kieselpflanzen auf Kalkböden. Bot. Jhb. 50, 1914.
27. *Candolle, A. de*: Introduction à l'étude de botanique. Brüssel 1837.
28. — Géographie botanique raisonnée. Paris et Genève 1850.
29. — Origine des plantes cultivées. Paris 1883.
30. *Charlier, C. V.*: Grundzüge der mathematischen Statistik. Lund 1920.
31. *Chrebtow, A.*: Beispiele der Fruchtbarkeit und Verbreitung der Feldunkräuter in den baltischen Provinzen. Bull. d. kais. russ. Bur. f. angew. Bot., Bd. I, Petersburg 1908, S. 301/2.
32. — Keimprüfung von Unkrautsamen. Ibid. Bd. II, 1909, S. 583/84.
33. — Die Unkräuter der Stadt Winnizy (Podolien) und Umgegend. Ibid. Bd. III, 1910. S. 560/64.
34. — Die Höhengürtel der Unkräuter in den verschiedenen Entwicklungsstadien der Saat in Livland. Ibid. Bd. IV, 1911, S. 600/604.
35. *Christ, H.*: Ueber die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette. Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. f. d. gesamt. Naturwiss. XXII. Zürich 1867.
36. — Jahrbuch des schweizerischen Alpenklubs. Jhg. 1873/74. Vegetationsansichten aus den Tessiner Alpen, S. 390 ff.
37. — Das Pflanzenleben der Schweiz. 1879.
38. *Chodat, F.*: La concentration en ions hydrogène du sol et son importance pour la constitution des formations végétales. Diss. Genève 1924.
39. *Clark, G. H.* und *Fletcher, J.*: Farm weeds of Canada. 2d Ed. Ottawa 1909.
40. *Clark, G. H.*: Weeds and weed seeds. Dept. of agr., Bull. Nb. 4, new series, Ottawa 1927, p. 1—64.
41. *Clausen, J.*: Studies on the Collective Species *Viola tricolor* L. Bot. Tidssk., Heft 3, Bd. 37, 1921, S. 206—221, und Heft 5, Bd. 37, 1922, S. 363—416
42. *Darlington, H. T.*: Dr. W. J. Beal's Seed viability experiment. Am. Journ. of Bot. 9, 1922, S. 266—269 (war mir nicht zugänglich; zit. nach Goss, W. L., s. d.).
43. *Dienst, F.*: Die wildwachsende Flora als Indikator für Bodenbonitätsung. Diss. Universität Giessen 1924.
44. *Doerfel, F.*: Ueber den Einfluss des Frostes und intermittierender Temperaturen auf die Keimung verschiedener Samen. Diss. Techn. Hochschule Braunschweig 1930.
45. *Dorph-Petersen, K.*: Aarsberetning fra «Dansk Frøkontrol» fra 1905—1906. Tidssk. f. Landbr. Plant. 14. Bd., Kopenhagen 1907.
46. — Keimuntersuchungen mit Samen verschiedener wildwachsender Pflanzen. Vortrag. Ber. über die Versammlung der Verg. f. ang. Bot. in Münster i. W. 11.—13. Mai 1910. Deutsch. ldw. Presse Nr. 47, 37. Jhg., S. 521.

47. — Nogle Undersøgelser over Ukrudsfrøs Forekomst og Levedygtighed udførte ved Statsanstalten dansk Frøkontrol 1896—1910. Tidssk. f. Landbr. Plant. 17. Bd., Kopenhagen 1910.
48. *Dorph-Petersen, K.* und *Holmgard, J.*: Undersøgelser over hvorledes Ukrudsfrø bevarer Spireevnen i Möddingen. Tidssk. f. Plant. 34. Bd., 1928, S. 57 ff.
49. *Drude, O.*: Ueber die Standortsverhältnisse von *Carex humilis* Leyss. bei Dresden, als Beitrag zur Frage der Bodenstetigkeit. Ber. d. deut. bot. Ges. 5, 1887, S. 286.
50. — Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890.
51. — Die Oekologie der Pflanzen. Braunschweig 1913.
52. *Düggeli, M.*: Pflanzengeographie und wirtschaftl. Monographie des Sihltales. Zürich 1903.
53. — Nowackis praktische Bodenkunde, VIII. Aufl., Berlin 1930.
54. *Duysen, F.*: Unkräuter. Bücherei f. Ldw. Herausg. v. Prof. Dr. Hs. v. Lengerken. Berlin und Leipzig 1925.
55. *Ehrenberg, P.*: Das Kalk-Kali-Gesetz. Ldw. Jhb. 54, 1919, S. 1—151.
56. *Eichinger, A.*: Die Unkrautpflanzen des kalkarmen Ackerbodens. Berlin 1927.
57. — Die Unkrautpflanzen des kalkgesättigten Bodens. Berlin 1930.
58. — Unkrautflora und Kalkzustand des Bodens. Ztschr. f. Pflz.-Ernähg., Dgg. u. Bodkd., Teil B, Heft 9, 12. Jahrg. 1933, S. 401 ff.
59. *Engler, A.*: Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. Leipzig 1876.
60. *Engler, Ar.*: Ueber Verbreitung, Standortsansprüche und Geschichte der *Castanea vesca* Gärtn. mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Ber. schweiz. bot. Ges. Heft 11, 1901, S. 23 ff.
61. *Euler, H. von*: Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie, II. Bd., Braunschweig 1909.
62. *Ewart, A. J.* und *White, J.*: On the longevity of seeds. Proc. Roy. Soc. Victoria, 21, 1908, S. 1—210 (war mir nicht zugänglich).
63. *Feilitzen*: Kreaturgjödsele som ogræsspridare. Svensk. Land. Heft 11, 1917. (zit. nach Korsmo, E., s. d.)
64. *Ferdinandsen, C.*: Undersøgelser over danske Ukrudsformationer paa Mineraljorder. Tidssk. f. Plant., 25. Bd., Kopenhagen 1918, S. 629.
65. *Fliche, P.* und *Grandeau, L.*: De l'influence de la composition chimique du sol sur la végétation du pin maritime. Ann. de chim. et de phys. 4e sér., 29, 1873.
66. — — De l'influence de la composition du sol sur la végétation du châtaignier. Ibid. 5e sér., 2, 1874.
67. *Früsch, K.*: Ueber den Einfluss des Ackerbaues und der Wiesenkultur auf die Vegetation. Mitt. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark. Jhg. 1902, S. 390 ff.
68. *Früh, J.*: Geographie der Schweiz, I. Bd., St. Gallen 1930.
69. *Fruwirth, C.*: Der Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus agrestis* L.). Arb. D. L. G. Heft 136. Die Bek. d. Unkr. 2. Stck. Berlin 1908.
70. — Die Kornblume (*Centaurea Cyanus* L.). Arb. D. L. G. Heft. 240. Die Bek. d. Unkr. 10. Stck. Berlin 1913.
71. — Die Ackerwinde (*Convolvulus arvensis* L.). Arb. D. L. G. Heft 268. Die Bek. d. Unkr. 11. Stck. Berlin 1914.

72. — Das Unkraut und seine Bekämpfung auf dem Ackerland Ldw. Hefte Nr. 3/3a. Berlin 1922.
73. *Fueller, R.*: Das mathematische Werkzeug des Chemikers, Biologen, Statistikers und Soziologen. Zürich und Leipzig 1930.
74. *Fürst, F.*: Ueber die Bekämpfung von efeublättrigem Ehrenpreis (*Veronica hederifolia* L.). Prakt. Bl. f. Pflzbau und Pflzschutz, Heft 1, 8. Jhg., 1930, S. 9—15.
75. *Gams, H.*: Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung und Methodik der Biocoenologie. Viertjchr. d. naturf. Ges. Zürich, Jhg. 63, Zürich 1918, S. 293—493.
76. *Geiser, K.*: Studien über die bernische Landwirtschaft im 18. Jahrhundert. Ldw. Jhb. d. Schweiz 9, 1895, S. 1—89.
77. *Geologische* Karte der Schweiz, Blatt 3, 4, 8 und 9.
78. *Georgia, A. E.*: A Manual of Weeds. New York 1927.
79. *Goss, W. L.*: The vitality of buried seeds. Journ. agric. Res. Vol. 29, 1924, p. 349—362.
80. *Gossner, M.*: Einiges über die Methoden der botanischen Bestandesaufnahme von Wiesen und Weiden. Zschr. f. Pflzbau, Pflzschutz und Pflzzucht. Nr. 7, 6. Jhg., 1930, S. 189—197.
81. *Gümbel, H.*: Untersuchungen über die Keimungsverhältnisse verschiedener Unkräuter. Ldw. Jhb. 43, 1912, S. 215 ff.
82. *Hager, K.*: Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal (Kt. Graubünden). Lfg. 3 der Erhebungen über die Verbreitung der wildwachsenden Holzarten in der Schweiz. Bern 1916.
83. *Hann, J.*: Lehrbuch der Meteorologie, 2. Aufl., Leipzig 1906.
84. — Handbuch der Klimatologie, 3. Aufl., Stuttgart 1911.
85. *Hansen und Günter*: Arb. D. L. G., Heft 30 (nach Wehsarg in Arb. D. L. G., Heft 294 s. d.).
86. *Heer, O.*: Die Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teiles des Kantons Glarus; ein Versuch, die pflanzengeographischen Erscheinungen der Alpen aus klimatischen und Bodenverhältnissen abzuleiten. Zürich 1836.
87. — Die Pflanzen der Pfahlbauten. Neujahrsblatt der zürch. naturf. Ges. auf das Jahr 1866.
88. — Ueber den Flachs und die Flachskultur im Alterthum. Eine kulturhistorische Skizze. Neujahrsbl. der zürch. naturf. Ges. auf das Jahr 1872.
89. *Hegi, G.*: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. 1—13, München 1906/1930.
90. *Heilpern, E.*: Keimungsphysiologische Untersuchungen. Oestr. bot. Zeitschr. Nr. 7, 64. Jhg., 1914, S. 286—293.
91. *Heim, A.*: Geologie der Schweiz, Bd. 1, Leipzig 1919.
92. *Hiltner, L.*: Die Keimungsverhältnisse der Leguminosen und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung. Arb. d. biol. Anst. f. Landw. Forstw. Bd. 3, 1903, S. 1 ff.
93. *Hiltner, E.*: Zur Frage der Bodenreaktion und Kalkdüngedürftigkeit landwirtschaftlicher Böden. Prakt. Bl. d. bayer. Landesanst., Heft 8, 9, 10, 1924, S. 97 ff.
94. *Höck, F.*: Pflanzen der Kunstbestände Norddeutschlands als Zeugen für die Verkehrsgeschichte unserer Heimat. Stuttgart 1900.

95. — Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas während des letzten halben Jahrhunderts. Beihefte z. bot. Centrbl. Heft 1, 2. Abtlg., Bd. 18, Leipzig 1904, S. 79 ff.
96. *Hoffmann, H.*: Untersuchungen zur Klima- und Bodenkunde mit Rücksicht auf die Vegetation. Blg. 2, bot. Ztg. v. Mohl 1865.
97. — Ueber Kalk- und Salzpflanzen. Ldw. Vers. Stat. 13, 1871, S. 269.
98. — Phaenologische Untersuchungen. Giessen 1887.
99. *Howald, O.*: Die Dreifelderwirtschaft im Kanton Aargau. Ldw. Jhb. d. Schweiz 41, 1927, S. 1—235.
100. *Hug, J.*: Geologie der nördlichen Teile des Kts. Zürich. Bern 1907.
101. — Die Landwirtschaft im Kanton Zürich. Zürich 1924. Einiges über die geologischen Verhältnisse. S. 41—58.
102. — Geologische Karte des Rheinlaufes unterhalb Schaffhausen.
103. *Janata, A.*: Unkräuter des nördl. Teiles des Gouvernement Taurien. Bull. d. kais. russ. Bur. für ang. Bot., Bd. 6, 1913, S. 340/48.
104. *Jenny, H.*: Reaktionsstudien an schweizerischen Böden. Ldw. Jhb. d. Schweiz 39, 1925, S. 261—286.
105. — Bemerkungen zur Bodentypenkarte der Schweiz. Ldw. Jhb. d. Schweiz 42, 1928, S. 379—384.
106. *Jessen, K. und Lind, J.*: Det Danske Markkruddts Historie. Det kgl. dansk. Videnskab. Selsk. Skrifter. Naturvidensk. og Mathem. Afd. 8, Raekke 8, Kopenhagen 1922—1923.
107. *Im Thurm, E.*: Der Kanton Schaffhausen. Gemälde der Schweiz. St. Gallen und Bern 1840.
108. *Johannsen, W.*: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 3. Ausg. Jena 1926.
109. *Junge, P.*: Die Gefässpflanzen unter den Unkräutern der Aecker im Nordwesten Deutschlands. 3. Ber. d. hamburg. Lehrervereins f. Naturkd., Hamburg 1907 (war mir nicht zugänglich; zit. n. Laus, s. d.).
110. *Kappen, H.*: Die Bodenazidität. Berlin 1929.
111. *Kauler, A.*: Beiträge zur Kenntnis des Wurzelwachstums der Gräser. Diss. Eidg. Tech. Hochschule, Zürich 1933. Ber. d. schweiz. bot. Ges., Bd. 42, Heft 1, S. 37—109.
112. *Kelhofer, E.*: Beiträge zur Pflanzengeographie des Kantons Schaffhausen. Diss. Univ. Zürich, Schaffhausen 1915.
113. — Der Flughafen im Kanton Schaffhausen und seine Bekämpfung. 4. Ber. d. Ldw. Winterschule des Kts. Schaffhausen 1915/16, S. 29-45.
114. *Kempski, E.*: Ueber endozoische Samenverbreitung. Diss. Univ. Rostock, Bonn 1906.
115. *Kerner, A.*: Das Pflanzenleben der Donauländer. 2. Aufl., herausg. v. Vierhapper. Innsbruck 1929.
116. *Kinzel, W.*: Neue Tabellen zu Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart 1926, S. 66.
117. *Klapp, E. L.*: Zum Ausbau der Graslandbestandesaufnahmen zu landwirtschaftswissenschaftlichen Zwecken. Pflanzenbau, Pflanzenschutz und Pflanzenzucht. 6. Jahrg., Nr. 7, 1929/30, S. 197—215.
118. — Studien über Zusammenhänge von Bodenreaktion, Verbreitung der Wiesenpflanzen, Wiesentypen und Wiesenenerträgen. Ldw. Jahrb., 71. Bd., Berlin 1930, S. 807—834.
119. *Klein, L.*: Unsere Wiesenpflanzen, 2. Aufl., Heidelberg 1924.
120. — Unsere Unkräuter, 2. Aufl., Heidelberg 1926.

121. *Kling, M.*: Ueber die Zusammensetzung und den Wert von Weizen-
ausputz, sog. Kriblon als Futtermittel. Ldw. Vers.-Stat., Bd. 78, 1912,
S. 189—232.
122. — Ein Beitrag zur Keimfähigkeit der Unkrautsamen. Fortschr. d.
Ldw., Heft 18, 1931, S. 577—579.
123. *Koblet, R.*: Ueber die Keimung von *Pinus Strobus* unter besonderer
Berücksichtigung der Herkunft des Samens. Diss. Eidg. Techn. Hoch-
schule, Zürich 1932. Ber. d. schweiz. bot. Ges. Bd. 41, Heft 2, 1932,
S. 199—284.
124. *Koch, A.*: Stickstoffgewinn und Stickstoffverlust im Ackerboden. Mitt.
D. L. G., Stck. 12, 1910, S. 174.
125. *Koch, W.*: Studien über kritische Schweizerpflanzen. 1. Ber. d.
schweiz. bot. Ges., Heft 37, 1928, S. 44.
126. *Kopecky, J.*: Die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Intern.
Mitt. f. Bodkde., Bd. 4, 1914, S. 138—180.
127. *Köppen, W.*: Klimaformel und reduzierte Regenmenge. Met. Zeitschr.
1919.
128. — Die Klimate der Erde. Breslau und Leipzig 1923.
129. *Korsmo, E.*: Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit. (Deutsch herausg.
von Wollenweber, H. W.) Berlin 1930.
130. — Undersökelse 1916—1923 over Ugressets Skadevirkninger og
dets Bekjempelse i Akerbruket. Meld. fra Norg. Landbrukshoiskole,
Oslo 1932.
131. *Kozma, D.*: Gyommagvak a Talajban (mit deutsch. Zusammenfassung),
Budapest 1922.
132. *Kraus, A.*: Beiträge zur Kenntnis der Keimung und ersten Entwick-
lung unter Wasser. Inaug. Diss. Kiel 1901.
133. *Kraus, C.*: Das gemeine Leimkraut (*Linaria vulgaris* Mill.). Arb. D.
L. G., Heft 166. Die Bek. d Unkr 4. Stck., Berlin 1909.
134. — Zur Kenntnis der Keimungsverhältnisse des Ackersenfs (*Sinapis*
arvensis L.). Fühlgs. Ldw. Ztg., Heft 3, 58. Jahrg., 1910, S. 81—90.
135. — Die Gemeine Quecke (*Agriopyrum repens* PB.), Arb. D. L. G.
Heft 220. Die Bek. d. Unkr. 6. Stck., Berlin 1912.
136. *Kraus, G.*: Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena 1911.
137. *Krug, H.*: Beiträge zur Keimungsphysiologie und Bekämpfung von
Samenunkräutern. Bot. Arch., Bd. 27, 1929, S. 420—518.
138. *Kuhn, J.*: Biologischer Daseinskampf zwischen Unkraut und Kultur-
pflanze. Mitt. D. L. G., Stck., 1, 47. Jahrg., 1932, S. 7.
139. — Daseinskampf zwischen Blattfrucht und Unkraut. Mitt. D. L. G.,
Stck. 3, 47. Jahrg., 1932, S. 40.
140. *Kylin, H. och Samuelson, G.*: Nagra kritiska synpunkter pa Bestandes-
analyser. Skogsvarsforeningen Tidskrift 1916.
141. *Kylin, H.*: Ueber Begriffsbildung und Statistik in der Pflanzensozio-
logie. Bot. Not. 1926.
142. *Landgraf, E.*: Bodenreaktion und Wachstum der Wiesenpflanzen. Diss.
Techn. Hochsch. München 1928.
143. *Lang, R.*: Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bo-
denkunde. Stuttgart 1920.
144. *Larsen, B. R.*: (zitiert nach Kempfski, E. s. d.).
145. *Laur, E.*: Landwirtschaftliche Betriebslehre für bäuerliche Verhält-
nisse. 7. Aufl., Aarau 1922.

146. — Einführung in die Wirtschaftslehre des Landbaues, II. Aufl., 1930.
147. *Laus, H.*: Mährens Ackerunkräuter und Ruderalpflanzen. Mitt. d. Komm. zur nat.-wiss. Durchforschung Mährens. Brünn 1908.
148. *Lecoq, H.*: Traité des plantes fouragères et flore des prairies naturelles de France. Paris 1844.
149. *Lehmann, C.*: Milch- und Milchwirtschaft. Jour. f. Ldw. 1877, S. 245.
150. *Lehmann, E.*: Zur Keimungsphysiologie und -biologie von *Ranunculus sceleratus* L. und einigen anderen Samen. Ber. d. deut. bot. Ges., Bd. 27, Jahrg. 1909, S. 476 ff.
151. — Neuere Untersuchungen über Lichtkeimung (Sammelreferat). Jhber. f. ang. Bot., 8. Jahrg., 1910/11, S. 248 ff.
152. *Lehmann, E.* und *Snell, K.*: Die Gattung Ehrenpreis (*Veronica*). Arb. D. L. G., Heft 280. Die Bek. d. Unkr. 12. Stck., Berlin 1917.
153. *Leunis, J.*: Synopsis der drei Naturreiche. II. Botanik. Bd. 1., allg. Teil. Hannover 1883.
154. *Linstow, O. von.*: Bodenanzeigende Pflanzen. II. Aufl., Abhdlg. d. preuss. geolog. Landesanst. Neue Folge, Heft 114, Berlin 1929, S. 1—246.
155. *Lüdi, W.*: Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. Zürich 1921.
156. *Lundegardh, H.*: Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena 1930.
157. *Malzew, A.*: Unkräuter des Gouv. Kursk. Bull. d. kais. russ. Bur. f. ang. Bot., Bd. I, Petersburg 1908, S. 270/71.
158. — Die Unkräuter auf den Feldern im Petersburger Gouvernement. *ibid.* Bd. II, 1909, S. 157—170.
159. — Die Verbreitung der wichtigsten Feldunkräuter in Russland. *ibid.* Bd. II, 1909, S. 251—311 und 595—664.
160. — Unkrautsamen im Getreidekorn auf den Märkten im Kreise Tscheljabinsk (Gouv. Orenburg). *ibid.*, Bd. 4, 1911, S. 253—255.
161. — Die Unkräuter im Wintergetreide im Herbst. *ibid.* Bd. 5, 1912, S. 165—172.
162. *Maurer, J., Billwiler, R.* und *Hess Cl.*: Das Klima der Schweiz. 2. Bd., Frauenfeld 1909.
163. *Mazé, M. P.*: Recherches sur le rôle de l'oxygène dans la germination. Ann. d. l'Inst. Pasteur. Vol. 14, Paris 1900, p. 350—368.
164. *Merkenschlager, F.*: Sinapis. Eine Kulturpflanze und ein Unkraut. Ldw. Jahrb. f. Bayern, Nr. 6/7, 14. Jahrg., 1924, S. 173—270.
165. *Mevius, W.*: Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. Naturwiss. und Landwirtsch., Heft 11, Freising-München 1927, S. 1—153.
166. *Meyer, A.*: Ueber einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa. Chemie der Erde, Bd. 2, 1926.
167. *Meyer v. Knonau, G.*: Der Kanton Zürich. Gemälde der Schweiz. Bd. 1, St. Gallen und Bern 1844.
168. *Mitscherlich, E. A.*: Bodenkunde für Land- und Forstwirte, 4. Aufl., Berlin 1923.
169. *Mohl, H. von.*: Vermischte Schriften botanischen Inhalts. Tübingen 1845.
170. *Mühlberg, F.*: Die Landwirtschaft (im Kanton Aargau. Festschr. Aarau 1911, S. 1—33; Der Boden des Aargaus.

171. *Müller-Thurgau, H.*: Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden der Pflanzen. Ldw. Jahrb. Bd. 14, Berlin 1885, S. 851—912.
172. *Müller, J.*: Die Landwirtschaft im Kanton Aargau. Festschr., Aarau 1911, S. 34—49: Die klimatischen Verhältnisse des Aargaus.
173. *Müller, K.*: Das Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora* Cav.). Arb. D. L. G., Heft 272. Die Bek. d. Unkr. 12. Stck., Berlin 1914.
174. *Muralt, J. von*: Eydgenössischer Lust-Garte. Zürich 1715
175. *Nägeli, C.*: Ueber die Bedingungen des Vorkommens von Arten und Varietäten innerhalb ihres Verbreitungsbezirkes. Sitzgs.-Ber. k. bay. Akad. d. Wiss. 2, 1865, 367.
176. *Nägeli, O.*: Ueber die Pflanzengeographie des Thurgau. Mitt. thurg. naturf. Ges., 14. Heft, Frauenfeld 1900.
177. *Nägeli, O.* und *Thellung, A.*: Die Flora des Kantons Zürich. I. Teil: Ruderal- und Adventivflora des Kts. Zürich. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. d. Kts. Zürich, Jahrg. 50, Zürich 1905, S. 225—305.
178. *Nenjukow, F.*: Ueber die Verbreitung einiger Unkräuter im Govv. Nishnij-Nowgorod. Bull. d. kais. russ. Bur. f. ang. Bot., Bd. 4, 1912, S. 74—78.
179. *Neuweiler, E.*: Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Funde. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 50, 1905, S. 23—134. (Botanische Exkursionen und pflanzengeographische Studien in der Schweiz, Heft 6, Zürich 1905.)
180. — Pflanzenreste aus der römischen Niederlassung Vindonissa. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 53, 1908, S. 393—407 («Gesellschaft pro Vindonissa»).
181. — Die Pflanzenreste aus den Pfahlbauten am Alpenquai in Zürich und in Wollishofen, sowie einer interglazialen Torfprobe von Niederweningen (Zürich). Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich, Jahrg. 64, 1919, S. 617—648 (Mitt. aus bot. Museum d. Univ. Zürich 82, 1919).
182. — Die Pflanzenwelt in der jüngeren Stein- und Bronzezeit der Schweiz. Ein Ueberblick nach den Funden aus den Pfahlbauten. Mitt. d. antiqu. Ges. in Zürich, Bd. 29, Heft 4, 1924, S. 253—264.
183. — Pflanzenreste aus den Pfahlbauten des ehemaligen Wauwilensees. Mitt. d. naturf. Ges. Luzern, Bd. 9, 1924, S. 301—323.
184. — Pflanzenreste aus den Pfahlbauten vom Hausensee, Greifensee und Zürichsee. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich, Jahrg. 70, 1925, S. 225—233.
185. — Liste der Pflanzenreste aus dem Kälberhügel Vindonissa. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich, Jahrg. 72, 1927, S. 326—331. (Mitt. aus bot. Museum d. Univ. Zürich 123.)
186. — Pflanzenfunde aus dem spätneolithischen Pfahlbau am Utoquai Zürich. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich, Jahrg. 75, 1930, S. 35—40.
187. — Die Pflanzenreste aus dem spätbronzezeitlichen Pfahlbau «Sumpf» bei Zug. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich, Jahrg. 76, 1931, S. 116—132.
188. *Nielsen, N. C.*: Hvad Ukrudsplanterne fortæller om Jordens-Kalktræng. Viborg 1926.
189. *Niessen, J.*: Schaf- und Sumpfgarbe. Arb. D. L. G., Heft 280. Die Bek. d. Unkr. 12. Stck., Berlin 1917.

190. *Nobbe, F.*: Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876.
191. — Uebt das Licht einen vorteilhaften Einfluss auf die Keimung der Grassamen aus? Ldw. Vers. Stat., Bd. 27, 1882, S. 347—353.
192. *Olsen, C.*: Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, saerlig for Plantefordelingen i Naturen. Medd. fra Carlsberg Laboratoriet No. 1, Kopenhagen 1921.
193. *Oscald, H.*: Ogräsfröets livskraft. Landtmännens Tidskrift för Landtmän. No. 38, 1920, S. 615—618.
194. *Paczoski, J.*: Ueber die Ackerunkräuter des Gouv. Cherson. Bull. d. kais. russ. Bur. f. ang. Bot., Bd. 4, 1911, S. 126—146.
195. *Pallmann, H.*: Vorlesung über Entstehung und Eigenschaften schweizerischer Böden. W. S. und S. S. 1932/33.
196. — Der Boden, seine Entstehung und seine Eigenschaften. Sep.-Abdr. aus «Schweizer Bauer», 1932.
197. — Die Bodentypen der Schweiz. Mitt. a. d. Geb. d. Lebensmittelunters. u. Hygiene, Heft 1/2, 24. Jahrg., 1933, S. 8—20.
198. *Pallmann, H.* und *Gessner, H.*: Bodentypenkarte der Schweiz.
199. *Pallmann, H.* und *Haftler, P.*: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin. Ber. d. schweiz. bot. Ges., Heft 2, Bd. 42, 1933, S. 357—466.
200. *Pammel, J. H.* und *King, Ch. M.*: Bull. 105 der Exp. Stat. Jowa, 1909.
201. *Paul, H.*: Die Kalkempfindlichkeit der Sphagna. Mitt. d. k. bay. Moorkulturanst. 2, 1908.
202. *Peter, A.*: Kulturversuche mit ruhenden Samen. Nachr. d. Gött. Ges. d. Wiss. 1893.
203. *Petersen, A.*: Taxation von Ackerländereien auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes von Ackerland und Ackerrand. Berlin 1928.
204. *Pickholz, L.*: Ein Beitrag zur Frage über die Wirkung des Lichtes und der intermittierenden Temperatur auf die Keimung von Samen, sowie über die Rolle des Wassergehaltes der Samen bei dieser Wirkung. Ztschr. ldw. Versuchsw. in Oesterreich, Jahrg. 14, Wien 1911, S. 124 ff.
205. *Pieper, H.*: Der Windhalm (*Apera spica venti*). Arb. D. L. G., Heft 236. Die Bek. d. Unkr. 9. Stck., Berlin 1912.
206. *Puchner, H.*: Bodenkunde für Landwirte. Stuttgart 1926.
207. *Pulensen, H.*: Untersuchungen über die im Ackerboden enthaltenen Sämereien. Hannov. ldw. u. forstw. Vereinsbl., Hildesheim 1882.
208. *Ramann, E.*: Boden und Bodenbildung. Berlin 1918.
209. *Ravn, F. K., Christensen, H. R., Harder, P.*: Undersøgelser over Forholdet mellem Jordbundens Beskaffenhed og Kaalbroksvampens Optraeden i Egnen mellem Aarhus og Silkeborg. Tidssk. f. Landbr. Plant. 16. Bd., Kopenhagen 1909, S. 430—476.
210. *Riedle, A.*: Daseinskampf zwischen Unkraut und Kulturpflanzen. Mitt. D. L. G. Stck. 30, Jhg. 47, 1932, S. 562.
211. *Rikli, M.*: Die Anthropochoren und der Formenkreis des *Nasturtium palustre* DC. Ber. zürch. bot. Ges. 1903, S. 71—82. Beilage zu Ber. d. schweiz. bot. Ges. 13, 1903.
212. — Flora des Kantons Zürich II. Zürich 1912. Beilage zu 11. Ber. d. zürch. bot. Ges. 1907—1911, S. 1—61.
213. *Römer, Th.* und *Scheffer, F.*: Ackerbaulehre, Berlin 1933.
214. *Rostrup, O.*: Aarsberetning fra «Dansk Frøkontrol» for 1899—1900. Tidssk. f. Landbr. Plant., 8. Bd., Kopenhagen 1901.

215. — Aarsberetning fra «Dansk Frökontrol» for 1900—1901. Ibid. 9. Bd., Kopenhagen 1902.
216. *Ruehle, G. T.*: Ueber den Einfluss des Bodens auf die Verteilung der Alpenpflanzen. Diss. Univ. Tübingen 1839.
217. *Rümker, K. von*: Die Unkrautverteilung. Tagesfragen aus dem mod. Ackerbau, 9. Heft. Berlin 1923, S. 1—40.
218. *Scheer, W.*: Vergleichende Untersuchungen über den Entwicklungsrhythmus verschiedener Unkraut-Arten in seiner Abhängigkeit von der Witterung und in seiner Beziehung zu dem der Deckfrüchte. Arb. d. biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw., Bd. 21, 1934, S. 153-200.
219. *Schewelew, J.*: Eine exakte Methode vollständigen Absonderns sämtlicher Samen aus dem Boden. Bull. d. kais. russ. Bur. f. ang. Bot. Bd. 5, 1912, S. 34.
220. — Die Unkräuter auf den Feldern im Petersburger Gouvernement und ihre Samen im Korn und im Boden. Ibid. Bd. 5, 1912, S. 831—834.
221. *Schiemann, E.*: Einiges aus der Abstammungsgeschichte der Kulturpflanzen. «Der Züchter», Heft 11, 4. Jhg., 1932, S. 267—279.
222. *Schimper, A. F. W.*: Pflanzengeographie. Jena 1898.
223. *Schindler*: Oesterr. Landw. Wochenschrift (n. Wehsarg, D. L. G. Heft 294 s. d.).
224. *Schinz, H.*: Der Kanton Zürich. Zürich 1842.
225. *Schinz, H. und Keller, R.*: Flora der Schweiz. 4. Aufl., Zürich 1923.
226. *Schmid, E.*: Vegetationskarte der oberen Reusstäler. Beitr. zur gebot. Landesaufnahme der Schweiz. Heft 16, Bern 1930.
227. *Schultz, G.*: Ackersenf und Hederich. Arb. D. L. G., Heft 158. Die Bek. d. Unkr. 3 Stck., Berlin 1909.
228. *Sekera, F.*: Die nutzbare Wasserkapazität und die Wasserbeweglichkeit im Boden. Ztschr. f. Pflz. Ernährung u. Dgg. A, 1931, S. 87 ff.
229. — Die Nutzbarkeit des Bodenwassers für die Pflanze. I. Fragestellung und Methodik. Ibid. A, 1932, S. 57 ff.
230. *Skalosbow, N.*: Unkräuter auf den Feldern im Kreise Kurgau, Gouv. Tobolsk im Sommer 1913. Bull. d. kais. russ. Bur. f. ang. Bot., Bd. 5, 1914, S. 363—384.
231. *Sendtner, O.*: Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München 1854.
232. *Snell, K.*: Ueber das Vorkommen von keimfähigen Unkrautsamen im Boden. Ldw. Jhb., 43. Bd., 1912, S. 323 ff.
233. *Stebler, F. G. und Schröter, C.*: Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. Ldw. Jhb. d. Schweiz 1, 1887, S. 77—190.
234. — — Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. IX: Die wichtigsten Unkräuter der Futterwiesen und ihre Bekämpfung. Ibid. 5, 1891, S. 141—225.
235. *Stebler, F. G. und Volkart, A.*: Die besten Futterpflanzen. 1. Bd., Bern 1913, 2. Bd., Bern 1908.
236. *Stelling, E.*: Repertoire der Meteorologie, Bd. 8, 1882.
237. *Steyer, K. und Eberte, G.*: Die Unkrautflora der Aecker und ihre Bedeutung als biologisches Reagens auf den Reaktionszustand ihrer Böden. Arb. biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw., 16, 1928, S. 325-422.
238. *Strasburger, E., Noll, F., Schenk, H., Schimper, W.*: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 13. Aufl., Jena 1917.

239. *Stutzer, A.*: Der Unterschied zwischen Roggen- und Weizenböden. Fühlings ldw. Ztschr. 64, 1915, S. 347—352.
240. *Thaer, A.*: Die landwirtschaftlichen Unkräuter. Berlin 1881.
241. *Thellung, A.*: Beiträge zur Adventivflora der Schweiz. I—III Beiträge zur Kenntnis der Gebirgs- und Schweizerflora. Vierteljschr. d. naturf. Ges., Zürich, Jhg. 52, 1907, S. 434—473; Jhg. 56, 1911, S. 269—292; Jhg. 64, 1919, S. 684—815. (Mitt. a. d. bot. Museum der Universität Zürich.)
242. — Die Entstehung der Kulturpflanzen. Naturwiss. und Landw., 16. Heft, Freising-München 1930.
243. *Thurmann, J.*: Essai phytostatique appliqué à la chaîne du Jura et aux contrées voisines. Berne 1849.
244. *Trénel M.*: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Bodensäurefrage. Berlin 1927.
245. *Unger, F.*: Ueber den Einfluss des Bodens auf die Verteilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirols. Wien 1836.
246. *Vogler, P.*: Beobachtungen über die Bodenstetigkeit der Arten im Gebiet des Albulapasses. Ber. d. schweiz. bot. Ges., Heft 11, 1901, S. 63 ff.
247. *Volkart, A.*: *Cuscuta racemosa* Mart. und *Cuscuta arvensis* Beyr., 7. Ber. d. zürch. bot. Ges., 1899—1901, S. 38 ff.
248. — Dreifelder- und Egertenwirtschaft in der Schweiz. Krämer-Festschrift, Frauenfeld 1902, S. 366—404.
249. — Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas von Kirchner, Loew und Schröter. 12. Familie: Gramineae, Bd. 1, 2. Abt., Stuttgart 1908, S. 17 ff.
250. — Die Landwirtschaft im Kanton Zürich. Zürich 1924. Acker- und Wiesenbau, S. 127—152.
251. — Untersuchungen über den Ackerbau und die Ackerunkräuter im Gebirge. Ldw. Jahrb. d. Schweiz, 47, 1933, S. 77 ff.
252. — Kleesamenverbreitung durch Hofdünger. Zürcher Bauer, 65. Jahrg., 1934, Nr. 48.
253. *Wahlen, F. T., Buchli, M., Neuweiler, E.*: Die Bekämpfung der Ackerunkräuter. Spezialnummer 40 der «Schweiz. ldw. Zeitschrift», 60. Jahrg., Zürich 1932, S. 469 ff.
254. *Walter, H.*: Wasserhaushalt der Pflanze in quantitativer Betrachtung. Naturwiss. und Landw., Heft 6, Freising-München 1925.
255. — Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena 1927.
256. *Warming, E.*: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. II. Auflage, Berlin 1902.
257. *Weaver, J. E.*: Root Development of Field Crops. 1st ed., New York 1926.
258. *Wehsarg, O.*: Das Unkraut im Ackerboden. Arb. D. L. G., Heft 226. Die Bek. d. Unkr. 7. Stck., Berlin 1912.
259. — Die Verbreitung und Bekämpfung der Ackerunkräuter in Deutschland. Arb. D. L. G., Heft 294, 14. Stck., 1918. Heft 350, 15. Stck., 1927. Heft 359, 16. Stck., 1928. Heft 365, 17. Stck., 1929. Heft 371, 18. Stck., 1929.

260. — Ackerunkräuter. Anleitungen für den praktischen Landwirt. D. L. G. Berlin 1931.
 261. *Wherry, E. T.*: A chemical study of the habitat of the walking fern (*Camptosurus rhizophyllos*). (War mir nicht zugänglich; zit. n. Mevius, W., s. d.)
 262. *Wiedersheim, W.*: Das Klettenlabkraut (*Galium Aparine* L.) Arb. D. L. G., Heft 203. Die Bek. d. Unkr. 5. Stck., Berlin 1912.
 263. *Wieqner, G.*: Boden und Bodenbildung in kolloidchemischer Betrachtung. Leipzig 1926.
 264. — Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. Berlin 1926.
 265. — Neuere Bodenuntersuchungen in der Schweiz. Schweiz. Ldw. Monatshefte, Jhg. 5, 1927, S. 193—207, 233—239 und 247—255.
 266. *Wrangell, M. von* und *Müller, K. W.*: Die Reaktion württembergischer Böden. Ein Beitrag zur Frage der Beziehungen von Bodenreaktion zu geologischem Ursprung, landw. Klassifizierung und Vegetation. Jahreshefte d. Ver. f. vaterld. Naturkd. in Würt., 83. Jhg., 1927, S. 112—145.
 267. *Zade, A.*: Der Flughafcr (*Avena fatua*). Arb. D. L. G., Heft 229. Die Bek. d. Unkr. 8. Stck., Berlin 1912.
 268. — Die Pflanzendecke als keimungshemmender Faktor für gewisse Unkrautsamenarten. Fühlings Ldw. Ztg., Heft 22, 62. Jhg., 1913, S. 777—785.
 269. *Zoehl*: Widerstand der Samen. Oestr. Ldw. Wochbl. 1879 (z. n. Wehsarg, O., Heft 294, s. d.).
-