

Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen
Abteilung

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften
zu München

1944. Heft I/II

Sitzungen Januar-Juli

München 1944

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung

Über dynamische Faktoren in Pflanzen, II.

Von Friedrich Boas in München.

Vorgelegt am 19. Mai 1944.

Mit Hilfe des Begriffes der dynamischen Faktoren versuche ich seit Jahren eine botanische Wertlehre aufzubauen. Dynamische Faktoren bedeuten Wirkungseigenschaften der Pflanzen.

Es gibt folgende Gruppen dynamischer Faktoren in den Pflanzen:

1. positive, d. h. Zell- und Lebensvorgänge fördernde,
2. negative, d. h. Zell- und Lebensvorgänge hemmende oder störende,
3. neutrale, d. h. für unsere Meinung keine besonders auffallenden Eigenschaften entwickelnde dynamische Faktoren.

Mit Hilfe der dynamischen Faktoren können Pflanzen aufeinander, möglicherweise auch auf andere Lebenskreise einwirken. Daraus ergibt sich für jede Pflanze ein bestimmter Wirkwert. Vom Wirkwert aus stellen wir dann das Wirkbild der Pflanze und die biologische Wertungsmöglichkeit dar. Die weitere Folge dieser Betrachtungs- und Arbeitsweise ist die Aufstellung einer

pflanzlichen Wertlehre.

Hinsichtlich der pflanzlichen Werte sind zwei Möglichkeiten auseinanderzuhalten. Wir unterscheiden:

1. den biologischen Wert,
2. den wirtschaftlichen Wert.

Im Kreislauf des Lebens gehen beide Wertungskreise leicht ineinander über und durchschneiden sich. Das ist in der Biologie ein natürlicher Vorgang.

Die dynamischen Faktoren decken biologische Werte auf. Auf zahlreiche solche Werte habe ich in der 2. Auflage der dynamischen Botanik hingewiesen. Abgesehen von den biologischen

Werten sucht der Mensch in zahlreichen Pflanzen wirtschaftliche Werte. Schließlich gibt es keine Pflanze, die der Mensch nicht irgendwie in Beziehung zu sich bringt und wertet. So ist eine Wertlehre des wirtschaftlichen Nutzens oder Schadens, des gesundheitlichen, des ernährungsmäßigen Nutzens und Schadens entstanden. Diese Wertlehre entfernt sich oft stark von den übergeordneten biologischen Werten und beansprucht sogar höhere Beachtung als die biologische. Hier kann mit Hilfe der dynamischen Faktoren Klarheit geschaffen werden.

Der am meisten verwendete Wertbegriff ist der des Unkrautes. *Cirsium spinosissimum*, *Cirsium oleraceum*, *Petasites officinalis*, *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Sinapis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Agropyrum repens* sind bekannte Unkräuter des Acker- und Wiesenlandes. Weiter gibt der Mensch besonders über zahlreiche Wiesenpflanzen Werturteile ab, meist negative. So bezeichnet er Dutzende von Arten der farbigen Wiese als Unkräuter. Diese Wertung entbehrt vielfach jeder biologischen Grundlage. Sie ist meist gefühlsmäßig vom vermutlichen Geldwert, vom vermeintlichen oder wirklichen Massenwert oder von technischen Erwägungen geleitet, stellt also ein unbiologisches Werturteil über die Natur dar. Überall begegnen wir so dem allgemeinsten Wertungsbegriff, dem Unkraut. Dieses Wort wird nicht nur in populären landwirtschaftlichen, sondern auch in botanischen Darstellungen meist wahllos und ohne Begründung verwendet.

Das Wort Unkraut zähle ich im Anschluß an Kant zu den mancherlei „usurpierten Begriffen“, die „mit fast allgemeiner Nachsicht herumlaufen“. Man kommt in nicht geringe Verlegenheit, wenn man die Befugnis ihres Gebrauches deutlich machen soll (Kant, Kritik der reinen Vernunft; 2. Aufl., Reclam S. 103/104).

Da in den folgenden Zeilen vielfach vom Unkraut gesprochen wird, so soll dieses Wort gleich hier klar umschrieben werden. Wir unterscheiden:

1. Unkraut im landwirtschaftlich- (gärtnerisch-) technischen Sinn. Hier ist Unkraut jede nicht gewollte Pflanze. In diesem Sinn besteht die gewohnte und erfolgreich tätige Unkrautbekämpfung uneingeschränkt zu Recht.

In diesem Sinne ist z. B. eine Roggenpflanze in einem Weizenfeld ein Unkraut und auszurotten. Damit wird aber nicht der Roggen an sich ausgerottet, was notwendig wäre, wenn er Unkraut an sich wäre. Hiermit ist die landwirtschaftlich-technische Seite des Unkrautbegriffes durchaus geklärt.

2. Unkraut im biologischen Sinn. Die Übertragung des Unkrautbegriffes in die Biologie, man kann sagen in die theoretische Biologie, ist falsch.

Wenn z. B. in dem Handbuch der systematischen Botanik von Warming-Möbius ohne jede erkennbare Begründung irgendeine Pflanze als Unkraut bezeichnet wird, so tritt hier ein Abgleiten aus dem Reich der Biologie in eine wesensfremde Sphäre ein.

Wenn weiter in landwirtschaftlichen Schriften über Wiesen- und Weiden-, über Grünlandsflora 50% der Wiesenflora als Unkraut bezeichnet wird, so liegt vorerst ein biologisch unbegründetes Urteil vor. Hier ist eine Nachprüfung und Untersuchung dieses Begriffes unerlässlich.

In der Wissenschaft und in der wissenschaftlichen Landwirtschaft sollte über den Unkrautbegriff Klarheit herrschen: Wenn es nämlich Unkräuter als solche gibt, vielleicht sogar in größerer Zahl, dann wird damit eine Fehlhandlung der Natur gesetzt, sozusagen die Pflanze als Nichtpflanze gedacht. Dann müßte weiter in der Natur, d. h. in der Flora Ordnung geschaffen werden, da ein Unkraut an sich ein biologischer Widerspruch ist. Unkraut als Unnatur verlangt die Ausrottung. Wenn ein systematischer Botaniker eine Pflanze als Unkraut bezeichnet, so hebt er sich damit sozusagen auf, er will etwas, was er nicht will. Als Botaniker muß er die Pflanze wollen, vom Unkrautstandpunkt aus nicht wollen. Wenn nach landwirtschaftlichen Angaben auf Wiesen und Weiden 50% des Bestandes Unkräuter sind, dann ergibt sich aus dieser Angabe, die vorerst einmal angenommen wird, die Nötigung, die Natur zu bereinigen und an Stelle einer unnatürlichen, aber Tausende von Quadratkilometern einnehmenden Wiesenflora die natürliche, die richtige und biologisch-ideale Wiesenflora zu schaffen.

Eine solche Wiesenflora befriedigt gleichermaßen:

1. Herz (Gemüt, Auge; farbige Wiese),

2. Verstand (Biologische Wertung),
3. Wirtschaft (Ernährung, Nutzen, praktische Wertung).

Die Schaffung einer solchen Wiesenflora ist zweifellos eine großartige Aufgabe. Diese Wiesenflora ist farbenfreudig und erzeugt biologische und wirtschaftliche Höchstwerte.

Erweist sich die Unkrautlehre an sich als richtig, so ist die Ausrottung aller als Unkräuter erkannten Pflanzen eine logische und ethische Forderung, eben weil die Natur dann etwas Unvernünftiges, Falsches, Schädliches (Schädliches für die Natur, für den bios) begangen hat.

Damit ergibt sich ein gewaltiger Eingriff in die Natur, in die Flora und in die Pflanzensoziologie. Letztere Wissenschaft würde in ihren Grundlagen zerstört, mindestens aber schwer erschüttert.

Auch bei den Soziologen findet sich der Unkrautbegriff recht häufig; in der Soziologie ist er bestimmt wesensfremd, darüber scheinen die Soziologen noch gar nicht nachgedacht zu haben.

Hier könnte dann der Naturschutz eingreifen und die Verwerfliche und Sträflinge des Lebens in Naturschutzgebieten aufnehmen. Das sind nur die wichtigsten Folgerungen aus der möglichen Existenz wirklicher Unkräuter. Mit dieser Möglichkeit hat der Münchener Philosoph E. Becher gerechnet. Er schrieb z. B. 1914 in der Kultur der Gegenwart: „Wir wissen nicht, ob das Leben eines Unkrautes einen Zweck fürs Weltganze oder für die Pflanze selbst hat.“

Becher nimmt hier offenbar den Begriff Unkraut als Gegeben, als etwas Absolutes an. Nun ist aber der Begriff Unkraut schon in der Technik der Biologie etwas durchaus Relatives. Auf keinen Fall gibt es in der Natur und ebenso konsequenterweise in der Biologie den Begriff Unkraut an sich.

Denn dann hätte die Natur etwas Unnatürliches getan, wenn der Begriff Unkraut bejaht würde. Die Natur hätte dann etwas gegen sich selbst geschaffen, sie hätte etwas gewollt, was sie nicht wollen sollte.

Die Feststellung der dynamischen Werte einer Pflanze hilft auch den Unkrautbegriff klären. Eine solche Pflanze müßte lauter Hemmungs-, Störungs-, d. h. Unwerte entwickeln. Das ist natürlich nicht möglich und auch nicht denkbar, schon dadurch

ist der Unkrautbegriff als biologischer Begriff aufgehoben. Ich betone nochmals, Unkraut als technischer Begriff ist unabhängig von diesen Gedankengängen.

In den folgenden Zeilen sollen Werte, d. h. dynamische Faktoren einiger weitverbreiteter Pflanzen behandelt werden, die man landläufig als Unkräuter betrachtet oder bezeichnet, die aber in der bäuerlichen Welt oder aber von Tieren sich besonderer Schätzung erfreuen. Hier liegt ein Widerspruch zwischen dem Schrifttum und echtem Naturgefühl vor.

Es sind dies:

1. das Hirschkraut, das Hirschblatt (*Laserpitium latifolium*);
2. *Brunella grandiflora*, eine schönblühende Labiate und viel-farbige Wiesenpflanze;
3. der Wiesenknopf, *Sanguisorba officinalis*, eine auf Trockenstellen häufige Rosaceae.

Diese drei Pflanzen gelten dem technisch denkenden Landwirt vielfach als Unkraut. In den folgenden Zeilen möchte ich nun einige biologische Werte dieser Pflanzen herausarbeiten, und an diesen Werten den Unkrautbegriff zerstören, zerstören mindestens für die Wiesenflora in der Ebene und im Gebirge.

Als einfachen Maßstab für physiologische Werte nehme ich den Gehalt an Biotin. Biotin ist ein Vermehrungswuchsstoff von wohl fast universeller Verbreitung in der Pflanze (und auch im Tier). Für das Wachstum bestimmter echter Hefen ist er unerläßlich.¹ Ohne Biotin kann sich die Kulturhefe nicht vermehren, nicht sprossen. Biotin ist also ein wichtiger Vermehrungswuchsstoff. Ich bezeichne Wirkstoffe dieser Art auch als Hochleistungsstoffe. Wie Kögl, der Schöpfer des Begriffes Biotin, zeigte, wirkt Biotin noch in milliardenfacher Verdünnung. Auf das verschiedenartige Vorkommen von Biotin habe ich verschiedentlich hingewiesen (Boas), auch auf mögliche Hemmungsstoffe (Boas, ebenso Rippel).

I. Versuche mit *Laserpitium*.

Der Auszug wurde aus gut luftgetrockneten Blättern (1 g und 100 ccm Leitungswasser) gewonnen. Als Vergleichsbiotinprobe

¹ Ebenso ist es für eine Reihe anderer Pilze als Wuchsstoff notwendig.

wurde ein Auszug aus Kamillenblüten verwendet, die besonders biotinreich sind (vgl. hierzu auch Boas 1942).

Über die Wirkung eines im Herbst 1943 hergestellten und im Frühjahr 1944 untersuchten Auszuges aus den Blättern von *Laserpitium* geben die Versuche 1–3 Auskunft.

Versuch mit Auszug aus den Blättern von *Laserpitium latifolium*:

Versuch 1 (Biotinprobe)

Nr.	Zellenzahl je 1 ccm
1, 2 ohne Zusatz	ca. 50 (Einsaat)
3 <i>Laserpitium</i> 2 ccm Zuwachs	39,3 Millionen
4 <i>Laserpitium</i> 0,5 ccm	5,14 Millionen
5 <i>Laserpitium</i> neu	
1 ccm, mehrmals sterilisiert	13,6 Millionen
6 <i>Laserpitium</i> 0,5 ccm	9,6 Millionen
7 Kamille alt 0,5 ccm	19,5 Millionen
8 Kamille neue Ernte (1943) 0,5 ccm . .	8,13 Millionen
9 Kamille neu, fünfter Auszug	2,8 Millionen.

Laserpitium entwickelt also starke Biotinwirkungen. Schätzungsweise enthält *Laserpitium* etwa die Hälfte der Biotinwirkung der Kamille, wenn man die Versuche 5, 6, 7 und 8 vergleicht.

In diesem Zusammenhang verweise ich noch einmal auf den besonders hohen Wirkungsgrad der Kamille. In dem beschriebenen Versuch wurde eine alte, aus einer Apotheke bezogene Kamille neben einer frischen, im Versuchsfeld 1943 geernteten grünfarbigen Kamille verwendet. Diese Kamille enthielt offensichtlich nur die Hälfte des Biotins, verglichen mit der Apothekerware.

Der dem Wachstum der Kamille nicht mehr zuträgliche Boden des Versuchsfeldes ließ eine an sich wenig wüchsige Pflanze mit kleinen Blütenköpfen entstehen, die dann offensichtlich einen geringen Gehalt an Biotin hatten. Wie wirksam übrigens Biotin ist, geht daraus hervor, daß nach fünfmaliger Extraktion noch 0,5 ccm des Kamillenextraktes sehr deutlich Hefenwachstum anregt. Hier wuchsen mit 0,5 ccm Auszug nach 4 Tagen noch 2,8 Millionen Zellen im Kubikzentimeter. Wie wirksam der Aus-

zug aus *Laserpitium* ist, zeigt noch Versuch 2. Noch 1 Tropfen des Auszuges veranlaßt deutliches Wachstum. In diesem Tropfen sind vorhanden

etwa 0,001 γ Formolstickstoff,
 etwa 0,037 mg Asche,
 etwa 0,21 mg Trockenrückstand.

Vom Gesamtrückstand ist nur ein verschwindender Teil Biotin. Man ersieht daraus die bedeutende Wirkung des Biotins; man erreicht immer die Milliarden-grenze der Wirksamkeit.

Versuch 2	Beginn 23. 4. 43	Wachstum am 29. 3.	Zellenzahl am 31. 3.
Laserpitiumauszug			
1.	1 ccm	zahlreiche Kolonien	17,34 Mill.
2.	0,5 ccm	zahlreiche Kolonien	10,8 Mill.
3.	0,25 ccm	etwa 15 Kolonien	3,75 Mill.
4.	1 Tropfen	etwa 8 Kolonien	2,54 Mill.
5.	1/40 ccm Auszug aus <i>Laserpitium</i>	kein Wachstum	—
6.	Kamille 2 ccm		
	3. Auszug	zahlreiche Kolonien	nicht gezählt
7.	Kontrolle	kein Wachstum	—

Der Auszug aus *Laserpitium* enthielt

in 1 ccm 21,178 γ = 0,02117 mg Formolstickstoff,
 Asche: 1 ccm enthält 0,75 mg,
 Eindampf-rückstand: 1 ccm enthält 4,2 mg.

Diese Mengen sind an sich völlig ungeeignet, ein nennenswertes Wachstum von Hefe zu veranlassen. Die Biotinwirkung ist somit eindeutig.

In 10 ccm dieses Auszuges ergab die Fehlings'sche Probe keinen Gehalt an Traubenzucker. Der Einwand, daß mit 1–2 ccm zugesetzten Auszuges von *Laserpitium* nennenswerte Mengen kalorischer Stoffe noch zusätzlich zu der verwendeten Nähr-lösung hinzukämen, ist also auch hinfällig.

Der Auszug ergibt mit Eisenchlorid nur sehr geringe Re-aktion. Gerbstoffe sind also nicht in nennenswerter Menge vor-handen.

Die Biotinwirkung ist nicht an eine bestimmte Nährlösung gebunden, so daß man recht verschiedenartige Nährlösungen benützen kann. Man kann z. B. als Stickstoffquelle eine Aminosäure verwenden, statt eines Ammonsalzes. Als Stickstoffquelle hat sich auch Asparagin sehr bewährt, das in der folgenden Nährlösung enthalten ist:

Leitungswasser ¹	1000 g,
Saccharose	40 g,
Magnesiumsulfat	2 g,
Asparagin	2 g,
Eisenchlorid	0,002 g,
Natriumchlorid	0,5 g,
Phosphors. Kalium	2 g.
(KH ₂ PO ₄	

Von dieser Nährlösung verwende ich je nach Versuchszweck 20 oder 40 ccm in Erlenmeyerkolben.

Versuch Nr. 3 mit lange gelagerten Blättern von *Laserpitium*:
Nährlösung mit Asparagin als Stickstoffquelle.

	Wachstum		Zellenzahl
	29. 3.	31. 3.	31. 3.
1. Kontrolle	keines	keines	—
2. 1 ccm <i>Laserpitium</i>	stark	stark	43,7 Mill.
	(dichter Bodensatz)		
3. 0,5 ccm <i>Laserpitium</i>	stark	stark	17,27 Mill.

Hemmungskörper scheinen in *Laserpitium* nicht vorzukommen. Dies zeigen starke Zugaben von *Laserpitium*auszug zu Würze, dies zeigt übrigens auch das starke Wachstum bei Gegenwart von 2 ccm Auszug (siehe Nr. 3 im Versuch 1).

Dagegen besitzt *Laserpitium* nicht zu verkennende morphogenetische Wirkungen. Ich habe die Zellen der Nr. 5 und 6 des Versuches 1 mikroskopisch untersucht. Dabei fielen besonders

¹ Durch die Anwendung von Leitungswasser kann auf die Zugabe weiterer Mineralbestandteile verzichtet werden.

Eine wesentlich kompliziertere Nährlösung geben Schopfer und Blumer an, auf die ich weiter unten noch zu sprechen komme.

viele große, rundliche Zellen von einem Durchmesser von 9–11 μ besonders auf. Es tritt also eine deutliche Riesenzellenbildung auf. Ob es sich hier um chemogenetische Wirkungen im Sinne von Bauch handelt, müssen genauere Untersuchungen ergeben.

Die 6 Monate im Laboratorium gelagerten Blätter sind noch sehr stark wirksam, eine nennenswerte Abnahme des Biotins ist nicht zu erkennen.

Laserpitium enthält – wie zu erwarten war – nennenswerte Mengen von Biotin, ferner wie weiter unten erwähnt wird, Aneurin (Vitamin B₁). Hemmungsstoffe scheinen nicht vorhanden zu sein.

Laserpitium trocknet trotz seiner kräftigen Blätter leicht. Es ist demnach auch technisch (Heubereitung) mit guten Eigenschaften ausgestattet.

Es besteht sonach kein Anlaß, diese im Gebirge und teilweise auch im Flachland vorkommende Pflanze als Unkraut zu bezeichnen, auch dann nicht, wenn es in das übliche Schema der Grünlandswirtschaft nicht hineinpaßt.

II. Versuche mit toten Blättern.

Biotin hält sich lange in Pflanzen und ist chemisch recht widerstandsfähig. Es ist daher zu erwarten, daß auch noch aus schon lange toten Blättern ein Strom von Wirkstoffen in den Kreislauf des Lebens fließt, gleichgültig, ob es sich um „Unkräuter“ oder um zugelassene bzw. „anerkannte“ Pflanzen handelt. Als Wertungsmaßstab nehme ich das Vorhandensein von Biotin und Aneurin, von anderen möglicherweise noch vorhandenen Hochleistungsstoffen wurde abgesehen. Am 12. 1. 1944 wurden Blätter von Eichen, Steinbuchen und Buchen den Zweigen entnommen. Dabei war zu beobachten, daß nur pilzfreie Blätter zur Verwendung kamen; denn pilzbehaftete Blätter können einen in den Blättern nicht mehr vorhandenen Biotingehalt vortäuschen. Der Auszug wurde aus 10 g (statt wie sonst 1 g) gut lufttrockener Blätter mit 200 ccm Leitungswasser hergestellt. Die Blattstiele wurden an der Blattbasis abgeschnitten, um Beeinflussungen von der lebenden Rinde her zu beseitigen.

Versuch mit Eiche, Buche, Steinbuche

Nr.		Zellenzahl in 1 ccm
1, 2	Kontrolle	etwa 100
3	Zusatz: Eiche 2 ccm Auszug . . .	8,1 Millionen
4	Steinbuche 2 ccm	36 Millionen
5	Steinbuche 1 ccm	22 Millionen
6	Buche 2 ccm	starkes Wachstum.

Es finden sich also in Blättern, die den ganzen Winter den Witterungseinflüssen am Baum ausgesetzt waren, noch nennenswerte Mengen Biotin.

In diesem Zusammenhang soll auch der Gehalt der verwendeten Blätter an Aminostickstoff, an Asche und an Trockensubstanz angegeben werden.

Es finden sich

Steinbuchenblätter:

in 100 ccm Auszug	0,7 mg Formolstickstoff
in 100 g lufttrockener Substanz	14 mg Formolstickstoff
in 10 ccm	4 mg Asche
in 10 ccm	70,5 mg Trockensubstanz

Eichenblätter:

in 100 ccm Auszug	0,7 mg Formolstickstoff
in 100 g lufttrockener Substanz	14 mg Formolstickstoff
in 10 ccm	5,5 mg Asche
in 10 ccm	48 mg Eindampfrückstand.

Die mit 1–2 ccm zugeführten Mengen an Aminosäuren, nämlich 7–14 γ Formolstickstoff können vernachlässigt werden. Die Steinbuchenblätter sind wesentlich wirksamer als die der Eiche. Dabei wurde nicht untersucht, ob die Eiche vielleicht Hemmungsstoffe enthalten könnte. Eins ist klar: Mit jedem Laubfall kommt eine neue Menge Biotin in den Wirkungskreislauf des Bodens.

Diese biologisch wichtige Tatsache gilt für Kulturpflanzen, wie für Wildpflanzen, für „Unkräuter“ und Nichtunkräuter.

Nach einer langen Regen-, Nebel- und Schneeperiode wurde Ende März 1944 noch einmal eine Probe von Eichen- und Steinbuchenblättern auf Biotin untersucht.

Von den am 20. März den belaubten Zweigen entnommenen Blättern wurden 10 g lufttrocken mit 200 ccm Leitungswasser aufgekocht.

Das sterilisierte Filtrat ergab in beiden Fällen deutliche Gerbstoffreaktion. Die Farbe ist namentlich bei dem Auszug aus *Carpinus* sehr dunkel. Der Auszug aus *Carpinus* schäumt im Gegensatz zu dem von *Quercus* stark, er besitzt demnach eine wesentlich geringere Oberflächenspannung als der von *Quercus*.

Versuchsbeginn am 23. März 1944:

	Hefewachstum am 29. 3.	Zellenzahl
Kontrolle	äußerlich keines sichtbar	—
Zusatz von <i>Quercus</i>		30 Millionen
2 ccm	starkes Wachstum	je 1 ccm
Zusatz von <i>Carpinus</i>		ähnlich, doch
2 ccm	starkes Wachstum	nicht gezählt.

In den alten toten, von Sturm und Nebel und Regen monatelang ausgelagten Blättern ist also Biotin und die sonstige für das Wachstum von Hefe vorteilhafte Vitaminkombination vorhanden.

Natürlich ist die Möglichkeit diskutabel, daß infolge des Kochens mit Leitungswasser, das bekanntlich deutlich alkalisch reagiert ($\text{pH} = \text{etwa } 7,85$), synthetische Wuchsstoffe sich gebildet haben könnten. Diese Wahrscheinlichkeit ist nicht sehr groß, da in den Blättern Zucker nicht vorhanden und der Gehalt an andern Stoffen (Ammonverbindungen) gleich Null ist. Außerdem erfolgt die Sterilisation ohne Druck. Eine Bildung synthetischer Wuchsstoffe, wie sie N. Nielsen angibt, ist jedenfalls ausgeschlossen.

Bekanntlich hat N. Nielsen zusammen mit V. Hartelius nachgewiesen, daß β -Alanin, Asparagin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Lysin und Arginin bei Hefe als Wachstumsförderer auftreten können. In seinen Versuchen waren anwesend (in 50 ccm Nährlösung):

5 γ	β -Alanin	} Einzeln nicht wirksam, nur in der Gesamtheit wirkend.
1,25 mg	Lysin	
2,5 mg	Arginin	
5 mg	Glutaminsäure	

Man sieht sofort, daß die etwa 7–14 γ Formolstickstoff in unserem Fall vollkommen ausscheiden, diese Konzentrationen sind zu ge-

ring, um die gewaltige Wuchsstoffwirkung zu erzielen, die tatsächlich in unseren Versuchen eingetreten sind.

Um jeden Einwand auszuschließen, wurde noch ein Auszug aus zerkleinerten Blättern mit 40%igem Aethylalkohol hergestellt (3 g Blätter in 60 ccm Alkohol 40%). Nach Zugabe von 2–5 ccm alkoholischem Auszug zu 50 ccm Nährlösung trat nach 4–5 Tagen das übliche gute Wachstum ein; in der mit der entsprechenden Alkoholmenge versehenen Kontrolle trat erfahrungsgemäß kein Wachstum ein.

Der Versuch hat somit eindeutig ergeben, daß tatsächlich Biotin vorhanden ist; irgendeine Bildung von Teilungswuchsstoffen beim Sterilisieren scheidet somit aus.

Nun gibt es aber noch einen Einwand. Man könnte sagen, daß die auf den Blättern vorhandenen Bakterien und Pilze den nachgewiesenen Biotingehalt liefern.

Die Probe auf Keime mit Würzegelatine und Standardagar ergab aber so geringe Keimzahlen, daß dieser mögliche Einwand hinfällig wird.

Dieser Einwand ist einigermmaßen berechtigt. So geben Schopfer und Blumer (1943) an, daß bei dem Pilz *Trichophyton album* S. schon bei der außerordentlich geringen Konzentration von $4,10^{-10}$ γ Biotin je 25 ccm Nährlösung der Schwellenwert der Biotinwirkung erreicht ist.

Bei der Hefe geben Schopfer und Blumer die Nachweismöglichkeit des Biotins bis zur Verdünnung von $1:5^{10}$ an. Sie benützen folgende Nährlösung:

Dest. Wasser		1000		
(NH ₄) ₂ SO ₄		3 g	CaSO ₄ · H ₂ O	 0,1 mg
KH ₂ PO ₄		2 g	KJ	 0,1 g
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	... 0,25 g		Saccharose puriss	... 20 g
			1-Asparaginsäure	... 0,1 g
CaCl ₂ · Aq.	 0,25 g		Inositol	 5 mg
H ₃ BO ₃	 1 mg		β -Alanin	 0,5 mg
Zn SO ₄	 1 mg		Aneurin	 20 mg
Mn Cl ₂	 1 mg		Vitamin B ₆ (Adermin)	20 mg
Tl Cl ₃ (?)	 1 mg			
Fe Cl ₃	 0,5 mg			

Außerdem gaben sie gelegentlich noch Pantothensäure, manchmal Nikotinsäure und p-Aminobenzoesäure zu. Damit ist die für das Wachstum der Hefe notwendige Vitaminkombination gegeben bis auf das fehlende Biotin. In meinen Versuchen enthält der Pflanzenauszug Biotin zugleich mit der vermutlich hinreichenden Vitaminkombination.

Damit sind alle Einwände gegen das genuine Vorkommen von Biotinen in wintergetrockneten toten Blättern abgelehnt. Eine nennenswerte Auswanderung scheint nicht einzutreten. Diese biologisch und theoretisch wichtige Tatsache sei ausdrücklich betont.

In diesem Zusammenhang wurde auch kurz nach dem Vorkommen von Aneurin (Vitamin B₁) geprüft. Blätter von *Carpinus Betulus* und *Quercus Robur* enthalten am 30. 3. noch so viel Wuchsstoffe der Gruppe des Vitamin B₁, so daß *Phycomyces nitens* in der Nährlösung mit Asparagin deutlich wächst und bei 25° C noch viele Sporangienstiele bzw. Luftmyzel anlegt.

Der verwendete Auszug von *Laserpitium* wirkt ähnlich. Aus Mangel an Material konnte die Prüfung auf Vitamin B₁ (Aneurin) nicht hinreichend umfangreich durchgeführt werden.

III. *Brunella grandiflora* und die farbige Wiese.

Brunella grandiflora gehört wie *Brunella vulgaris* zu den schön-farbigen Pflanzen auf Wiesen und Weiden. *Brunella grandiflora* steigt auch hoch in die Bergwiesen hinauf. So kommt sie am Arlberg z. B. bei der Alpe Rauz, wo unsere alpine Höhenstation sich befindet, keineswegs selten vor als ein leuchtender Farbenschmuck der Alpenwiesen. Der Landwirt sieht in beiden Arten von *Brunella* keineswegs eine Pflanze von Wert; er wird sie wie üblich in die Schar der Unkräuter einreihen, weil sie keine großen Erträge liefert. Das ist natürlich ein oberflächliches, ein adynamisches bzw. unphysiologisches Werturteil. Übersetzen wir hier Unkraut einmal mit wertlosen Pflanzen, so ist dieses Urteil vielleicht vom Standpunkt der Zentnererträge anzuerkennen. Physiologisch ist dieses Urteil natürlich wertlos, denn es ist durch keine Untersuchung begründet.

Brunella gehört zu den schön blühenden Pflanzen einer farbigen Wiese und Weide, mit meist trockenerem, warmem, kalk-

haltigem Boden. Die farbigen Blüten enthalten in ihren Nektarien Nektarorganismen. Zu den bekanntesten Nektarorganismen zählt die schön gewachsene Gattung: Nektarpilz. Diesen Pilz muß ich der Wichtigkeit der Sache halber etwas genauer beschreiben. Der Nektarpilz entwickelt normal ein Sproßsystem, das einem Kreuz oder einem Flugzeug ähnlich ist. Unter dem Namen *Anthomyces Reukaufii* wurde er 1917 von Größ beschrieben, nachdem Reukauf ihn schon vorher behandelt hatte. Ich führte ihn in meinen Notizen schon vor Größ als *Nectariella crucifixa*, habe den Namen aber dann nicht weiter verwendet. Da es nun eine Rostpilzgattung *Anthomyces* gibt, seit 1916, besteht natürlich eine Verwechslungsgefahr mit der Uredinee *Anthomyces* (1916) und dem Fungus imperfectus *Anthomyces* (1917). Sydow taufte daher *Anthomyces* in *Nectaromyces Reukaufii* um (1918). Die merkwürdige Form hat dann 1919 G. Schoellhorn veranlaßt, den Pilz *Nectaromyces cruciatus* zu nennen, natürlich in Unkenntnis der Literatur. Für den Nektarpilz bestehen also folgende fast zu gleicher Zeit entstandenen Namen:

<i>Nectariella crucifixa</i> (Boas)	} Siehe zur Systematik F. Lodder 1934.
<i>Nectaromyces cruciatus</i> (Schoellhorn)	
<i>Anthomyces Reukaufii</i> (Größ)	
<i>Nectaromyces Reukaufii</i> (Größ, Sydow)	

Der letztere Namen wird hier angewendet. Neben dieser Art kommt noch *Nectaromyces alpinus* (Größ) Kluyver vor, bei der die Kreuzform der Zellen weniger deutlich ist.

In *Anthyllis vulneraria* haben wir in einer Höhe von 2100 m (Ulmer Hütte, Arlberggebiet) die typische Flugzeugform des *Nectaromyces Reukaufii* gefunden.

Die nektartragenden, meist farbenprächtigen Blüten mit ihren Nektarpilzen kommen in den Magen der Tiere, wo sie an der Verdauung Anteil haben. Damit rückt ein neuer Gesichtspunkt in die Wertung der Pflanzen: Die farbige Blütenwelt mit den Nektarien.

Bisher war die farbige Wiese ein Gegenstand der Aesthetik und höchstens der Forschung des Blütenbiologen. Nun schaltet sich über die Nektarien die Wertungsphysiologie und die Land-

wirtschaft ein. Nunmehr wird auch die Farbigkeit der Wiese ein Gegenstand des landwirtschaftlichen Denkens. Wir erinnern uns daran, daß vor noch nicht langer Zeit eine Wiese womöglich mit fast nur *Dactylis* und anderen Hochgräsern das Ideal der Wiesenflora war. Dieser Standpunkt der unfarbigen Wiese ist verschwunden zugunsten einer etwas farbigeren Zusammensetzung der „Ansaatwiesen“. Vielleicht weicht er noch mehr auf Grund einer weiteren physiologischen Forschung einer vielfarbigen Wiese. Auch hier sind Höchsterträge an Masse und Wert möglich. Der Begriff Unkraut wird in dieser Wiese schwer erschüttert. In diesem Sinn hat sich im Anschluß an meine Ausführungen in der 2. Auflage der Dynamischen Botanik Klapp (1938) sehr eingehend ausgesprochen. Das Zeitalter einer rein technisch-mechanischen Wertung der Wiesenflora geht zu Ende, es weicht einer natürlichen, d. h. physiologischen Einstellung.

IV. *Sanguisorba* und Aromastoffe.

Wieder einen ganz anderen Wertungsmaßstab legen wir an eine Pflanze wie *Sanguisorba officinalis*, den Wiesenknopf, an. Er heißt auch Mohrenschlötterlein (Franken).

Ihm steht die *Sanguisorba minor* (*Poterium Sanguisorba*) nahe, doch zieht diese Art trockenere Stellen, also besonders Magerwiesen, vor.

Sanguisorba officinalis ist mir aus langjähriger bäuerlicher Erfahrung wohl vertraut. In Franken wurden Wiesen und Wiesenstellen mit größeren Beständen an *Sanguisorba* besonders geschätzt. Das Heu, das wegen Blattabfallgefahr sehr sorgfältig behandelt werden muß, wurde eigens gesammelt und eigens als „Anregungs- bzw. Medizinalheu“ aufbewahrt, so daß es immer leicht zur Hand war. Die Gespanntiere stürzten bei der Heuernte wie besessen auf das *Sanguisorba*heu. Sie lassen alles andere, noch so „gute“ Heu liegen, nur um das *Sanguisorba*heu zu erreichen. Diese Tatsache ist gegeben; diese Stimme der Natur – physiologisches Lusturteil der Weidetiere – muß bei der Bewertung einer Pflanze als ausschlaggebend beachtet werden. *Sanguisorba* besitzt wie viele andere Pflanzen, z. B. Labiaten (Majoran) aromatische Stoffe. Manche dieser Aromastoffe regen z. B. die Leistung der Hefezelle (Gärung) erheblich an, d. h. sie

greifen in die Vorgänge des Stoffaustausches, in die Durchlässigkeit und Resorption der Zelle ein. Das läßt sich im Gärversuch mit Hefe sehr schön nachweisen. Andere Aromastoffe erhöhen die Sekretion des Magens. Das sind nur einige Wertungshinweise. Diese Tatsachen sind theoretisch bekannt. Schon vor Jahren hat Traube auf oberflächenaktive Stoffe (Geruchsstoffe, ätherische Öle) hingewiesen und ihre besondere physiologische Bedeutung betont, ohne viel Beachtung zu finden. Deshalb versuche ich hier bei der Besprechung des biologischen Wertes von *Sanguisorba* erneut dieses wichtige Kapitel von der physikalisch-chemischen Seite her zu erleuchten. Es wirkt eben alles auf alles¹, wie es dem Grundgedanken der Dynamischen Botanik entspricht.

Zum Wert einer Pflanze gehören auch oberflächenaktive Stoffe, Aroma- und Geruchsstoffe. Diese Werte können wir nicht kilo- oder kalorienmäßig angeben, aber sie sind da und gehören mit zum Wirkbild der Pflanze.

Sanguisorba officinalis hat bei der Heuwertung manche Nachteile. Die Blätter brechen leicht ab. Trotzdem kann diese Pflanze auch nicht als Wiesenunkraut gewertet werden. Auf einer Idealwiese müßte sie, um ein Idealheu zu erhalten, in nennenswerter Menge vorhanden sein.

So kommt z. B. *Sanguisorba officinalis* in großer Menge und auf großen Flächen auf Wiesen des Heuscheuergebirges, um Braunau, Kaltwasser usw. vor. Dies nur als Hinweis darauf, daß *Sanguisorba officinalis* schon seines gelegentlichen Vorkommens wegen einmal genauer biologisch gewertet werden muß.

¹ Herr F. A. Schmidt, Heidelberg, macht mich darauf aufmerksam, daß zu dem Hauptsatz der Dynamischen Botanik „Alles wirkt auf alles“ eine ganze Reihe geistiger Parallelen vorhanden ist: Lenard: „Alle Vorgänge hängen mit allen zusammen.“ So auch bei A. Mittasch: „Katalyse und Katalysatoren.“ Lessing: „In der Natur ist alles mit allem verbunden, alles durchkreuzt sich, alles wechselt mit allem, alles verändert sich in das andere.“ (Hippokrates, Jahrg. 42 S. 587.) Giordano Bruno: „Ein wieviel größerer Künstler ist der, der nicht an einen einzelnen Teil der Materie gebunden ist, sondern fortwährend alles in allem wirkt?“ – Ähnliche Gedanken auch bei Goethe, Herder und Alexander von Humboldt, worauf mich teils Herr F. A. Schmidt, Heidelberg, bzw. Prof. Dr. Abich-Meyer, Hamburg, freundlicherweise aufmerksam macht.

Wo Sanguisorba in größerer Menge auftritt, entsteht das Anregungs- bzw. Medizinalheu. Für die bäuerliche Wirtschaft erhalten diese Tatsachen Bedeutung. In manchen Gegenden sind diese Tatsachen bekannt und in treuer Pflege. Durch die Festlegung der dynamischen Faktoren in Sanguisorba steht alte Bauernphysiologie auf als ein Kapitel einer bäuerlichen, dynamischen Haltung unseren Pflanzen gegenüber. Trotz des geringeren Heuertrages und trotz der Gefahr des Zerbrechens der Blätter bei großer Hitze zur Zeit der Ernte wird Sanguisorba nach wie vor in bäuerlichen Betrieben sehr geschätzt als wertvolle Wiesenpflanze. Sie durch eine Ansaat mit *Dactylis* oder anderen Pflanzen zu verdrängen wird nicht erwogen, obwohl dann die Ernte mengenmäßig höher sein könnte. Natürlich darf sich die Ansaatwiese nicht wieder entmischen, was sie bekanntlich oft genug tut. Dann ist die beabsichtigte Erntesteigerung illusorisch, wenn die Sanguisorbawiese sich wieder einrichtet. Auf solche Entmischungen hat bekanntlich Goßner bei Ansaatwiesen aufmerksam gemacht. Diese Entmischungen bedeuten, daß eine unbiologische, eine soziologisch ungeeignete Saatmischung verwendet wurde. Solch eine „Ansaat“ ist vielleicht technisch gut, aber nicht natürlich, nicht biologisch, sonst könnte sie sich nicht entmischen. Auf einem Sanguisorbastandort gehört eine Sanguisorbagesellschaft mit ihrem hohen biologischen Wert. Hier kann ein kleinerer Mengenertrag durch erhöhte physiologische Werte ausgeglichen werden.

V. Anwendung der Wertungslehre.

In großen Teilen der alpinen Landwirtschaft ist durch die Güllewirtschaft die farbige autochthone Flora verschwunden. Dafür herrscht auf Tausenden von Quadratkilometern die Hochstaudenflora von *Anthriscus* (Kerbel, volkstümlich – wenn auch irrtümlich –, Schierling geheißен; wenn schon Schierling, dann wäre Wiesenschierling schon besser). Diese Flora ist in vieler Hinsicht in ihrer Wirkung unerwünscht (vgl. Boas, *Dynamische Botanik*, 2. Auflage).

Ich schlage vor: Auf einem Teil des gekalkten und mit Phosphorsäure versehenen Bodens eine vielfarbige ertragreiche Wiese anzusähen und das Ergebnis zu vergleichen mit einer Kerbel-

wiese. Ich habe diesen Vorschlag schon vor Jahren gebracht, ich halte ihn heute erst recht für geeignet, die Schwierigkeiten der Kerbellandschaft zu überwinden. Der wirkliche Kenner der Verhältnisse weiß, wie vielseitig die Schäden der Kerbellandschaft sind. Hier geht theoretische Biologie, d. h. Festlegung der dynamischen Faktoren in praktische Biologie über.

Weder das hochertragreiche, leicht trocknende Hirschblatt (Laserpitium) noch die leicht zerbrechliche, mäßige Erträge gebende Sanguisorba, noch die verschwindend kleine Erträge liefernde Brunella können wegen ihrer ganz verschiedenartigen biologischen Werte (dynamische Faktoren) als Unkräuter bezeichnet werden.

Wenn man alle Pflanzen vom Standpunkt der dynamischen Faktoren und der wirklichen, der wahrscheinlichen, möglichen oder auch nur der theoretischen Kreisläufe aus betrachtet, wird der Begriff des Unkrautes mindestens auf Wiesen und Weiden außerordentlich erschüttert. Biologie und Landwirtschaft werden auf diese Weise zu einer untrennbaren Einheit. Ebenso zerfallen Begriffe wie reine und angewandte Botanik. Denn wo die lebendigen Kräfte der Wirkung und des Wertes die Anschauung der Pflanze beherrschen, zerfallen Begriffe wie reine und angewandte Botanik; das steht übrigens in abstracto sehr klar schon in der Kritik der reinen Vernunft von Kant.

Da in der Botanik alle Forschung im Leben schließlich beim Menschen endet, so fängt die Landwirtschaft alle Forschung auf. So entsteht landwirtschaftliche Botanik als universelle Botanik. Denn solange wir nicht synthetisch ernährt, synthetisch gekleidet werden, solange die Synthese nicht gleichzeitig alle möglichen Gefahren des synthetischen Lebens beseitigt – das Letztere ist die Hauptsache –, gehen alle unsere Bemühungen über die Pflanze und über die Landwirtschaft. Daher ist eine biologisch und allgemein aufgefaßte landwirtschaftliche Botanik tatsächlich die universelle Botanik.

Aus der Forschungsstelle für alpine und landwirtschaftliche Botanik des Botanischen und pflanzenpathologischen Instituts der Technischen Hochschule München.

Für freundliche Hilfe bin ich E. v. Unold, E. Richter und L. Hoffmeister dankbar.

Hinweise auf das Schrifttum:

- Bauch, R.: Über chemogenetische Wirkungen bei Hefen. Ber. D. B. Ges. Generalversammlungsheft 1943.
- Becher, E.: Kultur der Gegenwart. Naturphilosophie 1914.
- Boas, F.: Dynamische Botanik. 2. Aufl. 1943. J. F. Lehmann, München.
- Über dynamische Faktoren in einigen Pflanzen. Sitz.-Ber. B. Akad. Wiss. Mathem.naturw. Abt. 149-164. 1941.
- Grundlagen der landw. Botanik. Handbuch der Biologie. Athenaeon Verlag. 1943.
- Goßner, M.: Untersuchungen auf Ansaatwiesen im Voralpengebiet Oberbayerns. Diss. T. H. Mch. 1932.
- Klapp, E.: Wiesen und Weiden. Berlin 1938.
- Lodder, J.: Die Hefesammlung des „Centraalbureau voor Schimmelcultures“. II. Akad. Wet. Verh. Amsterdam, 1934.
- Nielsen, N. und Hartelius, V.: Biochem. Ztschr. 295, 211-225, 1938, auch mehrere neuere Arbeiten über Aminosäuren in den C. r. Labor. Carlsberg.
- Rippel, K.: Wachstumshemmende Wirkstoffe oder gebundene (inaktivierte) Wucherstoffe? Ber. D. Bot. Ges. 61, 123-125, 1943.
- Schopfer, W. H., und Blumer, S.: Zur Wirkungsphysiologie von *Trichopyton album* Sat. Ber. Schweizer Bot. Ges. 53, 409-456, 1943.