Das Wasserbedürfnis verschiedener Kulturpflanzen im Laufe ihrer Vegetationszeit.

Von WALTHER WUNDERLICH (Königsberg Pr.).

Der Pflanzenertrag ist von verschiedenen Wachstumsfaktoren abhängig. Sie sind in die inneren und Äusseren eingeteilt worden. Auf die inneren haben wir nur einen bedingten Einfluss, allein durch die Pflanzenzüchtung können wir auf sie einwirken. Die Äusseren Wachstumsfaktoren können wir in weitestem Masse ändern. Sie werden eingeteilt in die chemischen und physikalischen. Zu den physikalischen gehört u. a. auch das Wasser. Man unterscheidet bei dem Wachstumsfaktor Wasser den klimatischen und den bodenkundlichen. Der erstere wird ganz verschieden zu bewerten sein, da er an jedem Orte und in jedem Jahre verschieden ist. Den letzteren können wir beliebig gestalten, somit auch konstant halten. Deshalb können wir ihn auch in gleicher Weise bewerten.

Der erste, der sich wissenschaftlich mit dem Wasserbedürfnis unserer Kulturpflanzen beschäftigt hat, ist HELLRIEGEL gewesen. An ihn wurde im Jahre 1871 die Frage gerichtet: "Wieviel Wasser beanspruchen unsere Getreidearten zur Produktion einer vollen Ernte?" HELLRIEGEL war der Ansicht, dass die Wasserverdunstung kein rein mechanischer, sondern zum mindesten teilweise ein physiologischer Prozess sei. Um nun das Wasserbedürfnis der wichtigsten landwirtschaftlichen Pflanzen: Weizen, Roggen, Gerste und Hafer festzustellen, stellte er mit diesen Gefässversuche an. Er hielt den Boden, auf dem die Pflanzen wuchsen, auf verschiedener Feuchtigkeit. Hier sei z. B. ein Versuch mit Hafer wiedergegeben. Die Bodenfeuchtigkeit ist ausgedrückt in Prozenten der wasserfassenden Kraft:

60 - 80 %	27,6 g Gesamternte	20 - 40 %	19,6 g Gesamternte
40 - 60 %	24,8 g "	10 - 20 %	5,9 g "

Aus diesen Zahlen sieht man schon deutlich die Ertragsminderung, die durch Fehlen des Wassers bedingt wird. HELLRIEGEL wiederholte diese Versuche, hielt dabei aber genauer eine bestimmte Bodenfeuchtigkeit ein. Er hat dabei folgende Resultate erzielt:

Nr. 1	80 %	19,69 mg Trockensubstanz	Nr. 4	30 %	17,19 mg Trockensub.
Nr. 2	60 %	22,76 mg "	Nr. 5	20 %	14,62 mg "
Nr. 3	40 %	21,76 mg "	Nr. 6	10 %	6,30 mg "

Nr. 7 5 % 0,12 mg Trockens.

Die Werte 1 und 2 bleiben wahrscheinlich infolge Säurebildung der unten geschlossenen Gefässe und vielleicht auch aus Mangel an chemischen Nährstoffen zurück. HELLRIEGEL fand, dass zur Produktion von einem halben Kilogramm lufttrockener Gerste 350 kg Wasser nötig sind. Ich bin bei meinen Versuchen zu einem bedeutend höheren relativen Wasserverbrauch der Gerste gekommen. Allerdings ist die Gerste vom Mehltau befallen gewesen und infolgedessen nicht zum Vergleich heranzuziehen. Der relative Wasserverbrauch einer Pflanze ist durchaus nicht konstant, schon WOLLNEY erbringt den Beweis dafür. Wohl aber kann man immerhin zwischen Pflanzen, die unter gleichen Bedingungen aufgewachsen sind, einen Vergleich ziehen. Auch HÖHNEL sagt: "dass unter gleichen Aussenbedingungen die Verschiedenheit der Transpiration der einzelnen Pflanzen ein Ausdruck ihrer verschiedenen Transpirationsfähigkeit ist. Ich komme im Laufe meiner Arbeit noch darauf zurück.

WOLLNEY behandelt in seiner Arbeit: Untersuchungen über die Wasserverbrauchsmengen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Rücksicht auf die agrar-meteo-

rologischen Verhältnisse, den klimatischen Wachstumsfaktor Wasser in erster Linie. Ich halte die von ihm gemachten Beobachtungen und Feststellungen doch für so wichtig, dass sie erwähnt werden müssen. Er behandelt die Frage, ob die Pflanzen während der Vegetation mehr Wasser verdunsten als der Boden durch die Niederschläge erhält. Es wurde von einer Reihe älterer Forscher behauptet, dass die Pflanzen bedeutend mehr Wasser verbrauchen, als ihnen durch die Niederschläge zur Verfügung stehen. WOLLNEY kommt aber durch die Ergebnisse seiner Versuche zu dem Schluss, "dass in unserem Klima die atmosphärischen Niederschläge ausreichend sind, um den Wasserbedarf der Kulturpflanzen zu decken: dass zwar unter gewissen Umständen die während der Vegetationszeit verdunstete Wassermenge grösser sein kann, als die während der Vegetationszeit gefallene Regenmenge, dass das hierdurch entstehende Defizit aber durch die während der vegetationsfreien Zeit im Boden sich ansammelnde Wassermenge genügend beglichen wird". Ferner fand WOLLNEY, dass die Pflanzen mehr pro Flächeneinheit Boden verdunsteten, je dichter sie stehen. Ein grösserer Wasserverbrauch tritt ebenfalls ein, wenn die Pflanzen sich üppiger entwickeln oder wenn sie eine längere Vegetationsdauer haben. Diese Beobachtungen sind durch umfangreiche Versuche WOLLNEYS erhärtet. Sie sind ja an und für sich so natürlich, dass man sie wohl nicht weiter zu erläutern braucht. WOLLNEY kommt zu dem Schluss, dass es nicht möglich sei, für eine Pflanze ein bestimmtes Wasserbedürfnis pro g Trockensubstanz festzustellen, da der Wasserverbrauch von zu vielen einzelnen Momenten abhängig sei, wie Licht, Wärmeintensität, Bodentemperatur, Feuchtigkeitsgehalt der Luft und des Bodens, Verteilung und Grösse der Niederschläge, Luftströmungen u. s. w. MITSCHERLICH unterstützt diese Behauptung auch. Er hat durch eine Reihe von Versuchen bewiesen, dass das Wasser nicht immer in der gleichen Weise wirkt. Sind die chemischen Wachstumsfaktoren günstig, so ist die Wirkung des Wassers auch eine höhere. Die Aufgabe des Wassers ist wohl in erster Linie die Herbeischaffung und der Transport der Nährstoffe. Sind z. B. die chemischen Nährstoffe günstig im Wasser verteilt, so muss auch der Wasserverbrauch der Pflanze pro g Trockensubstanz geringer sein. Dies ist hier auch tatsächlich der Fall. Gelingt es aber, sämtliche Wachstumsfaktoren im Optimum zu halten, so würde man wahrscheinlich einen konstanten Wachstumsfaktor Wasser bei einer Pflanzenart erhalten.

Will man nun den Wasserverbrauch einer Pflanze feststellen, so stösst man zunächst auf eine Schwierigkeit. Wie bestimmt man die Verdunstung des Bodens unter den Pflanzen? Es ist nahe liegend, dieser Schwierigkeit dadurch aus dem Wege zu gehen, dass man die Pflanze in geschlossenen Gefässen mit Nährlösung zieht. Hiermit entfernt man sich aber schon ausserordentlich von den natürlichen Wachstumsbedingungen für die Pflanzen, denn in der Nährlösung wird die Wasseraufnahme den Pflanzen derartig leicht gemacht, dass sie wahrscheinlich zu einem Luxuskonsum kommen werden. Diese Annahme ist sicherlich berechtigt, denn bei meinen Versuchen, in denen den Pflanzen verschiedene Mengen Wasser zur Verfügung standen, brauchten diejenigen, denen mehr Wasser zur Verfügung stand, auch mehr Wasser zur Bildung eines g Trockensubstanz. Auch erleidet die Pflanze keinen Energieverlust, der sonst durch das Eindringen der Wurzeln in den Boden entsteht. V. SEELHORST hat die Frage der Bodenverdunstung unter der Pflanzendecke zu lösen versucht. Er dachte die Verminderung der Bodenverdunstung durch die Pflanzendecke durch künstliche Beschattung zu ermitteln. Er kam aber zu folgendem Ergebnis: "Einmal würde die Beschattung hergestellt - sich anders verhalten, wie bei der natürlichen Vegetation. Ferner muss die Luft unter dieser feuchter sein als unter einer künstlichen Vegetation, da die natürliche Vegetation durch Transpiration Wasser an die sie umgebende Luft abgibt". Er hat bei seinen Versuchen nur die Verdunstung der freien Bodenoberfläche beobachtet und dann die Verdunstung des Bodens unter den Pflanzen geschätzt. Auf diese Weise bestimmte er dann den Wasserverbrauch verschiedener Pflanzen. Ich lasse hier die Zahlen, die er für Hafer gefunden hat, folgen.

Verbrauch pro Tag.		Verbrauch pro Tag.	
29.4. - 11.5	-	20.6. - 30.6.	5,90
11.5. - 20.5	-	30.6. - 10.7.	2,68
20.5. - 31.5	3,55	10.7. - 20.7.	2,17
31.5. - 10.6.	5,91	20.7. - 30.7.	2,12
10.6. - 20.6.	5,90	30.7. - 12.8.	1,33

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, wie ganz plötzlich der Wasserbedarf ansteigt und dann allmählich abnimmt, genau dieselbe Erscheinung, die ich auch bei meinen Versuchen feststellen konnte.

V. SEELHORST errechnet ferner die Wassermenge, die zur Erzielung von 1 g Trockensubstanz nötig gewesen ist. Es sind bei ihm 354 g Wasser für 1 g Trockensubstanz Hafer. Ich bin zu bedeutend höherem Wasserverbrauch gekommen und erkläre es mir durch den Lichtmangel, den die Pflanzen erlitten haben. In einer späteren Arbeit hat er den täglichen Wasserverbrauch graphisch dargestellt. Man ersieht daraus, dass die Pflanzen, die aus im Frühjahr gesäteten Samen hervorgehen, sehr rasch zu dem Höchstwert ihres täglichen Wasserverbrauchs kommen; danach nimmt er langsam ab. Die Pflanzen, die überwintern, haben einen langsamen Aufstieg ihrer täglichen Wasserverbrauchskurve. Er weist ferner nach, dass der Wasserverbrauch hauptsächlich von der Temperatur abhängig ist und nicht in der Zeit des grössten Wasserverbrauchs auch der grösste Pflanzenwuchs stattfindet. Diese Anschauung teile ich mit ihm und erkläre aus ihr, dass die ersten gefundenen Werte bei meinen Versuchen aus den berechneten Kurven herausfallen. Die Pflanzen sind zu spät in die Erde gekommen, um eine normale Entwicklung durchzumachen. Ihr Wasserverbrauch hat sich deshalb sehr rasch dem Maximum genähert; dadurch nimmt die gefundene Kurve einen zu steilen Verlauf am Anfang. Besonders muss dies bei den Pflanzen der Fall sein, die nach praktischen Erfahrungen früh in die Erde müssen, z.B. Sommerroggen und Zottelwicke. Diese zeigen auch die grössten Unterschiede am Anfang zwischen den gefundenen und errechneten Werten. Man könnte allerdings auch zu dem Schluss kommen, dass der Wasserverbrauch der Pflanze nicht einer einfachen Exponentialkurve folgt, so dass es zwei Kurven sind, die sich vielleicht in $A/2$ schneiden.

Meine Versuche sind folgendermassen angestellt: Die bekannten MITSCHERLICH-Gefässe sind mit 5000 g Sand und 800 g Moor (Niederungsmoor aus Bledau) gefüllt. Der Sand enthielt 227 g Wasser, das Moor 579,5 g. Es waren also 4773 g absolut trockener Boden in einem Gefäss vorhanden. War der Boden mit Wasser gesättigt, so wog ein Topf 8400 g, der leere Topf wog 1060 g. Es waren somit in einem Gefässe 2346,5 g Wasser bei voller Wasserkapazität enthalten. Da aber das nach MITSCHERLICH bestimmte hygroskopische Wasser eine so starke Adhäsion zum Boden hat, dass es nicht von den Pflanzen aufgenommen werden kann, muss es noch von den 2346,5 g abgezogen werden. Die Hygroskopizität ist beim Sande mit 2,2 % und bei dem Moor mit 22 % festgestellt worden. Es kommen somit beim Sande 106 g Wasser und beim Moor 49 g, im ganzen 155 g zum Abzug. Mithin standen den Pflanzen 2192 g Wasser zur Verfügung. Um den Pflanzen aber auch genügend chemische Nährstoffe zur Verfügung zu stellen, wurden sie mit Nährlösung begossen. Würde man die Nährstoffe von Anfang an in den Boden bringen, so würde auch die Konzentration der den Pflanzen zur Verfügung stehenden Nährstoffe nicht immer die gleiche sein. Es wären dann zwei Wachstumsfaktoren, die sich im Laufe der Zeit ändern. Die Nährlösung ist in der von MITSCHERLICH in seiner Bodenkunde angegebenen Zusammensetzung hergestellt. Es sind zwei Stammlösungen.

Stammlösung 1.

230 g Kaliumsulfat	in 2 1/2 ltr. H ₂ O
90 g Natriumnitrat	"
210 g Ammoniumsulfat	"
125 g Dikaliumphosphat	"
75 g Monokaliumphosphat	"

Stammlösung 2.

200 g Magnesiumsulfat in 2 1/2 l H₂O
 30 g Magnesiachlorid "

Diese Stammlösungen werden kurz vor dem Gebrauch verdünnt und gemischt. Auf 10 l Wasser kommen 25 ccm von Lösung 1 und 12,5 ccm von Lösung 2. Da das Leitungswasser des hiesigen Instituts genügend Kalk und Eisen enthält, ist eine Kalk- bzw. Eisenzugabe nicht erforderlich. Die Lösung in dieser Konzentration soll die geeignetste für die Pflanzen sein. Ich glaube, am Anfang eine schädigende Wirkung der Nährlösung beobachtet zu haben. Es trat beim Beginn des Giessens ein vorübergehender Stillstand in der Entwicklung der Pflanzen ein, den ich allerdings nur mit dem Auge beobachtet habe, ohne dafür Zahlen angeben zu können. Nach Rücksprache mit Herrn Professor MITSCHERLICH ist es wohl möglich, dass die Lösung etwas schädigend gewirkt hat, weil nicht chemisch reine Salze benutzt worden sind. Die Schädigung hat aber augenscheinlich mit dem Kräftigerwerden der Pflanzen aufgehört.

Die Töpfe habe ich dann immer beim Giessen auf das gleiche Gewicht gebracht und gemessen, wieviel Wasser sie in dem vergangenen Zeitabschnitt verdunstet haben. Damit nicht durch Regen die Messungen ungenau werden, waren die Töpfe in einem Drahthaus, das mit einem wasserdichten Plane zuzudecken war. Feine Sprühregen nötigten mich manchmal, den Plan den ganzen Tag über den Pflanzen zu lassen. Dieser Lichtentzug hat natürlich Wachstumshemmungen bedingt, die das Herausfallen einzelner Werte erklären. Ebenfalls ist durch die verschiedene Witterung eine Ungleichmässigkeit des Wasserverbrauchs bedingt. Man könnte versuchen, die Pflanzenverdunstung auf die Verdunstung einer freien Wasserberfläche oder eines Verdunstungsmessers, z.B. den von Professor MITSCHERLICH konstruierten, zu beziehen. Ich schliesse mich aber der Auffassung HÖHNELs an, der sagt: "dass die Pflanzen durch Änderung ihres Transpirationsvermögens dem Einfluss der Verdunstungskraft entgegen arbeiten. Es missen daher in regenreichen Jahren oder an feuchten Orten die Pflanzen relativ, d.h. im Vergleich zu einer freien Wasseroberfläche mehr verdunsten und andererseits wieder der Transpiration günstige Faktoren Veränderungen in der Pflanze erzeugen, die einer zu heftigen Transpiration entgegen wirken". Ebenso nimmt HUBER an, dass auch ohne Regulation durch die Spaltöffnungen, die Pflanze keineswegs so schnell die Transpiration wechselt, wie die freie Wasseroberfläche. Sie wird z.B. durch Wind viel weniger und wahrscheinlich nur bis zu einem bestimmten Grenzwert gesteigert und bleibt ebenso bei zunehmendem Sättigungsdefizit der Luft infolge Entquellung der Wände mehr und mehr hinter der freien Verdunstung zurück. Aus diesem Grunde habe ich auch den Wasserverbrauch der Pflanzen auf die Zeit und nicht auf die Verdunstung der freien Wasseroberfläche bezogen. Ich habe bei Hafer zur Probe den Wasserverbrauch auch auf die Verdunstung der freien Wasseroberfläche bezogen, bin aber nicht zu besseren Resultaten gekommen.

Man beobachtet bei dieser Versuchsanstellung, dass der tägliche Wasserverbrauch der Pflanzen einem Maximum zustrebt und dann allmählig sinkt. Addiert man nun diese Werte und trägt sie in ein Ordinatenkreuz ein, in dem auf einer Ordinate die Zeit und auf der anderen der Wasserverbrauch in der verflossenen Zeit aufgetragen wird, so kommt man zu einer S-Kurve.

BAULE hat aus dem von MITSCHERLICH gefundenen Wirkungsgesetz eine Gleichung abgeleitet, die diesen Zuwachs des Wasserverbrauchs ausdrückt. Die Gleichung lautet:

$$\log (A - y) = \log A - c \frac{t}{T}$$

Wie diese Gleichung abgeleitet ist, und wie die einzelnen Werte errechnet werden, steht in der Arbeit von HEINRICH WAGNER: "Beziehungen des Wachstums der Pflanzen zur physikalischen Chemie". In dieser Gleichung ist A der Gesamt- und Höchstverbrauch an Wasser. t ist die Anzahl der Tage, gerechnet vom ersten Giessstage an. T ist die Zeit, in der A/2 erreicht worden ist. Durch die Einführung von T ist c konstant geworden in dieser Gleichung und zwar 0,3. Der wirkliche Wert

für c wird bestimmt, indem man $0,3$ durch T^n dividiert. Das ergibt natürlich eine ganz kleine Zahl. Ändert sich diese Zahl nur um ein ganz geringes, so gibt es leicht grössere Fehler, deshalb habe ich auch immer mit dem Wert $0,3 - (t : T)^n$ gerechnet; y ist die Wassermenge, die in dem Zeitabschnitt t verbraucht worden ist.

Ich lasse nun die Resultate meiner Versuche folgen. Ich nehme die Pflanzen in der Reihenfolge, wie sie in meinen Gefässen gestanden haben.

Sommerroggen (*Secale cereale*).

Es waren 4 Gefässe angesetzt, die am 26.5. besät wurden. Am 9.6. wurden sie auf je 35 Pflanzen verzogen. Am 30.6. war die volle Wasserkapazität des Bodens erreicht worden. Die Wasseraufnahme folgt folgender Gleichung:

$$\log(205 - y) = \log 205 - 0,3 \frac{t + 20}{58,5}^{3,1}$$

Die Gleichung beginnt also mit dem Tage der Aussaat.

Datum	Anzahl der Tage	Gef. Werte	Errechn. Werte
16.6.	1		
25.6.	10	9,2 ± 0,3	17,0 !
5.7.	20	27,4 ± 0,3	39,2 !
15.7.	30	53,0 ± 0,9	70,9 !
25.7.	40	110,1 ± 3,2	107,9
4.8.	50	141,3 ± 3,7	143,5
14.8.	60	169,2 ± 3,8	171,8
24.8.	70	185,5 ± 3,9	190,1
29.8.	75	188,3 ± 3,7	195,8
14.9.	81	193,8 ± 3,8	200,2

Die mit ! versehenen Zahlen fallen ausserhalb des vierfachen wahrscheinlichen Fehlers.

Wie schon früher erwähnt, erkläre ich das Zurückbleiben der ersten drei gefundenen Werte hinter den errechneten damit, dass der Roggen zu spät gesät ist und deshalb sein Wasserverbrauch so anormal rasch steigt. Allerdings kommt bei ihm auch die Wachstumshemmung in Betracht, die die anderen Pflanzen ebenfalls durch den Lichtentzug erlitten haben. Beim Roggen ist aber die Differenz zwischen den gefundenen und errechneten Werten am Anfang besonders gross. Der wirkliche Wert für c ist gleich $10 - 6,0022$.

Die Gräser waren vorher in Komposterde gezogen. Am 26.5. wurden in je 1 Topf 25 Pflanzen gepflanzt. Die volle Wasserkapazität des Bodens wurde am 30.6. erreicht. Bei sämtlichen Gräsern fällt der Wert 2 heraus. Ich erkläre es damit, dass die Bodenoberfläche noch Wasser verdunstet hat. Ebenfalls fällt Wert 4 heraus aus Lichtmangel. Die Pflanzen waren am 5. und 7. Juli mit dem Plan bedeckt.

Wiesenrispengras (*Poa pratensis*).

Datum.	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25.6.	10	5,0 ± 0,2	3,7 !
30.6.	15	11,7 ± 0,3	10,5
5.7.	20	17,3 ± 0,2	16,6
15.7.	30	38,2 ± 0,5	54,0 !
20.7.	35	72,6 ± 1,0	76,5
25.7.	40	100,2 ± 1,1	101,2

Wiesenrispengras (*Poa pratensis*).
(Fortsetzung).

Datum.	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
4.8.	50	153,0 ± 1,2	
14.8.	60	206,2 ± 1,7	205,0
		$\log (310 - y) = \log 310 - 0,3 \frac{(t)}{50} 2,5$	

Französ. Raygras (*Arrhenatherum elatius*).

Datum	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25.6.	10	8,7 ± 0,2	4,0 !
5.7.	20	28,5 ± 1,0	24,6
10.7.	25	43,9 ± 1,1	44,5
15.7.	30	65,9 ± 1,2	72,0 !
20.7.	35	102,7 ± 1,6	105,0
25.7.	40	144,7 ± 2,2	147,9
4.8.	50	215,3 ± 2,9	217,0
14.8.	60	290,3 ± 4,0	280,4
		$\log (350 - y) = \log 350 - 0,3 \frac{(t)}{44,3} 2,8.$	

Engl. Raygras (*Lolium perenne*).

Datum.	Anzahl der Tage	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25.6.	10	6,5 ± 0,0	3,5 !
5.7.	20	23,1 ± 0,3	22,0
15.7.	30	51,5 ± 0,7	61,0 !
20.7.	35	82,3 ± 1,3	87,0
25.7.	40	117,2 ± 2,2	117,0
4.8.	50	175,0 ± 4,8	179,5
14.8.	60	237,3 ± 7,4	234,7
	70		273,7
	80		294,7
	90		308,9
		$\log (310 - y) = \log 310 - 0,3 \frac{(t)}{46} 2,7$	

Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*).

Datum.	t Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25.6.	10	7,6 ± 0,1	3,5 !
5.7.	20	25,3 ± 0,5	24,0
15.7.	30	57,5 ± 1,0	69,7 !
20.7.	35	97,2 ± 1,4	101,3
25.7.	40	138,7 ± 1,7	137,1
4.8.	50	205,3 ± 1,7	211,0
14.8.	60	282,1 ± 2,5	275,5
		$\log (350 - y) = \log 350 - 0,3 \frac{(t)}{45} 2,8$	
Thimothy (<i>Phleum pratense</i>).			
25.6.	10	7,0 ± 0,1	3,5 !
5.7.	20	24,2 ± 0,3	24,0
15.7.	30	56,5 ± 1,4	70,0 !
20.7.	35	97,3 ± 2,2	99,5
25.7.	40	138,6 ± 2,7	134,4
4.8.	50	204,3 ± 4,0	207,0
14.8.	60	271,1 ± 4,3	269,0
		$\log (340 - y) = \log 340 - 0,3 \frac{(t)}{44,8} 2,8$	
Hanf (<i>Cannabis sativa</i>).			
15.7.	10	13,6 ± 1,0	18,3 !
26.7.	20	70,7 ± 3,7	69,7
4.8.	30	141,2 ± 2,8	143,3
14.8.	40	229,8 ± 6,3	226,5
24.8.	50	302,5 ± 5,7	306,0
30.8.	55	331,2 ± 4,9	341,9
3.9.	60	352,0 ± 4,1	373,8 !
6.9.	65	385,8 ± 4,0	401,7
13.9.	70	411,1 ± 3,6	425,3
23.9.	80	457,3 ± 3,7	461,3
30.9.	87	485,0 ± 4,1	478,2
		$\log (510 - y) = \log 510 - 0,3 \frac{(t)}{43,4} 2,0$	

Der Versuch mit Hanf war in 8 Gefässen angesetzt. Gesät wurde er am 5.6. Am 29.6. auf 5 Pflanzen je Topf verzogen. Am 5.8. wurde die volle Wasserkapazität erreicht. Die angegebenen Zahlen sind aber nur das Mittel von 4 Gefässen, denn in diesen waren je zwei männliche und drei weibliche Pflanzen vorhanden. Da die männlichen Pflanzen nur ungefähr die Hälfte Wasser verbrauchen, so kann man natürlich nur die Gefässe mit einander vergleichen, bei denen männliche und weibliche Pflanzen im selben Verhältnis vorhanden sind.

Die Werte vom 15.7. und 3.9. fallen heraus, weil die Pflanzen Lichtmangel erlitten haben.

Gartenbohne (*Phaseolus nanus*).

Datum	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25.6.	10	1,8 ± 0,2	5,3 !
5.7.	20	9,5 ± 0,6	15,0 !
15.7.	30	20,2 ± 1,0	32,0 !
20.7.	35	35,0 ± 1,2	43,5 !
25.7.	40	55,2 ± 1,9	56,4
4.8.	50	86,0 ± 2,0	84,9
14.8.	60	111,6 ± 2,5	112,0
24.8.	70	131,3 ± 2,9	132,4
3.9.	80	104,8 ± 3,7	144,1
7.9.	84	145,5 ± 3,9	146,8
		$\frac{(t + 20)}{66,7}$	3,7
		$\log (151 - y) = \log 151 - 0,3$	

Am 26.5. sind 4 Gefässe besät worden. Am 9.6. wurden sie auf je 20 Pflanzen verzogen. Am 30.6. war die volle Wasserkapazität des Bodens erreicht. Wert vom 25.6. fällt wahrscheinlich wegen Wassermangel aus. Die Werte vom 5., 15. und 20. fallen wegen Lichtmangel aus.

Spörgel (*Spergula arvensis*).

Datum.	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
5.7.	10	7,3 ± 0,3	17,2 !
15.7.	20	24,8 ± 0,5	41,7 !
25.7.	30	79,8 ± 0,9	80,6
4.8.	40	129,9 ± 1,9	129,9
14.8.	50	169,8 ± 2,4	178,4
24.8.	60	208,8 ± 4,4	213,1
3.9.	70	226,8 ± 5,3	231,1
7.9.	74	232,8 ± 5,6	234,3
		$\frac{(t + 30)}{67,8}$	4,2
		$\log (238 - y) = \log 238 - 0,3$	

Angesetzt waren 4 Gefässe, die am 25.5. mit je 50 Spörgelsamen besät wurden. Am 25.6. wurden sie auf 35 Pflanzen verzogen. Am 17.7. ist die volle Wasserkapazität erreicht worden.

Ich glaube nicht, dass das Herausfallen der Werte vom 5. und 15.7. auf Wassermangel zurückzuführen ist, sondern ebenfalls auf Lichtmangel.

Beseler II Hafer (*Avena sativa*).

Datum	Anzahl der Tage	Gef. Werte	Errechn. Werte.
25.6.	10	8,4 ± 0,1	8,0
5.7.	20	24,0 ± 0,2	24,0
15.7.	30	44,0 ± 0,6	53,9 !
25.7.	40	96,9 ± 0,7	97,8
4.8.	50	150,6 ± 1,8	147,7
14.8.	60	200,1 ± 3,0	198,3
24.8.	70	228,9 ± 4,0	232,6
3.9.	80	241,0 ± 4,2	250,2
7.9.	84	244,7 ± 4,3	251,7
		$\frac{(t + 20)}{66}$	3,9
		$\log (258 - y) = \log 258 - 0,3$	

Ich habe nun die für y gefundenen Werte durch die vom Verdunstungsmesser angegebenen Zahlen dividiert, somit auf den Verdunstungsmesser bezogen. Ich bin dann zu folgender Gleichung gekommen:

$$\log (97 - y) = \log 97 - 0,3 \frac{(t + 20)}{71} \quad 3,1$$

Die hiermit errechneten Werte sind folgende:

Datum	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25.6.	10	4,9 ± 0,1	4,5
5.7.	20	10,3 ± 0,3	10,7
15.7.	30	16,5 ± 0,4	20,1 !
25.7.	40	28,2 ± 1,1	32,5
4.8.	50	46,8 ± 1,1	46,9
14.8.	60	62,5 ± 1,1	64,3
24.8.	70	76,1 ± 1,7	74,0
3.9.	84	90,2 ± 1,7	86,8

Die Summe der gefundenen Werte ist von der Summe der errechneten um 2,9 % verschieden bei der ersten Rechnungsart, bei der zweiten um 4 %. Es ist somit durchaus besser, den Wasserverbrauch auf die Zeit direkt zu beziehen.

Es waren 4 Gefässe am 26.5. mit Hafer besät worden. Am 9.6. wurden sie auf 35 Pflanzen je Gefäss verzogen. Am 30.6. ist die volle Wasserkapazität erreicht worden. Der Wert vom 15.7. fällt aus Lichtmangel aus.

Ackererbse (*Pisum sativum*).

Es waren 4 Gefässe angesetzt. Ich säte am 25.5. dreissig Erbsen in jeden Topf. Am 9.6. verzog ich sie auf 20 Pflanzen. Vom 12.6. erhielten sie regelmässig Nährlösung. Am 30.6. wurde die volle Wasserkapazität erreicht. Die Fehlergrenze ist so gross geworden, dass zwei Gefässe sich gut und zwei schlechter entwickelt haben.

Datum.	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25,6.	10	7,7 ± 0,1	7,5
5,7.	20	30,6 ± 0,7	27,7
15,7.	30	56,6 ± 3,8	59,6
25,7.	40	105,9 ± 9,0	99,6
4,8.	50	142,9 ± 12,6	141,6
14,8.	60	156,8 ± 13,9	156,9
		$\frac{(t + 20)}{55,5}$ 4,0	
	$\log(163 - y) = \log 163$	- 0,3	

Mais (*Zea mays*).

Datum	Anzahl der Tage	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25.6.	5	4,2 ± 0,3	3,5
5.7.	15	16,6 ± 0,5	18,5
15.7.	25	30,5 ± 0,5	47,0 !
25.7.	35	77,9 ± 2,4	85,0
4.8.	45	123,0 ± 5,3	127,0
14.8.	55	180,1 ± 4,1	173,8
24.8.	65	225,7 ± 2,9	218,2
3.9.	75	251,1 ± 2,9	259,6
13.9.	85	293,2 ± 2,2	296,0
23.9.	95	327,8 ± 1,2	327,1
30.9.	102	349,4 ± 1,0	346,0
	110		372,1
	120		386,7
		$\frac{(t)}{63}$ 1,9	
	$\log(420 - y) = \log 420$	- 0,3	

Es waren 8 Gefässe mit Mais angesetzt worden, der am 25.5. gesät worden war. Am 10.6. habe ich ihn auf 5 Pflanzen pro Gefäss verzogen. Vom 22.6. ab erhielten die Pflanzen regelmässig Nährlösung. Die volle Wassermenge, die der Boden fassen kann, wurde am 30.6. erreicht.

Der Wert vom 15.7 fällt wegen Lichtmangel aus.

Blaue Lupine (*Lupinus augustifolius*).

Angesetzt waren 4 Gefässe. Sie wurden am 25.5. gesät. Am 9.6. auf 15 Pflanzen verzogen. Am 30.6. wurde die volle Wasserkapazität des Bodens erreicht.

Datum.	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
25.6.	10	10,5 ± 0,4	11,5
5.7.	20	30,5 ± 0,2	34,0 !
15.7.	30	64,4 ± 1,0	75,3 !
20.7.	35	101,3 ± 1,0	103,4
25.7.	40	137,0 ± 1,1	135,5
4.8.	50	203,6 ± 2,5	204,8
14.8.	60	264,5 ± 1,1	266,7
24.8.	70	303,8 ± 1,4	308,0
3.9.	80	319,7 ± 1,9	327,0
9.9.	86	326,9 ± 2,0	332,0
		$\log (335 - y) = \log 335 - 0,3 \frac{(t + 20)}{64,6}$	3,9

Das Herausfallen des Wertes vom 5. und 15.7. erklärt sich durch Lichtmangel. Die Kleeversuche waren in je 4 Gefässen angesetzt worden. Am 25.5. wurden sie gesät. Am 25.6. sind sie auf 35 Pflanzen verzogen; die volle Wasserkapazität des Bodens ist am 27.7. erreicht worden.

Weissklee (*Trifolium repens*).

Datum	Anzahl der Tage	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
15.7.	10	7,0 ± 0,3	7,4
25.7.	20	31,9 ± 1,6	30,7
4.8.	30	63,4 ± 3,2	61,6
14.8.	40	102,3 ± 5,0	98,0
24.8.	50	134,1 ± 6,7	131,6
3.9.	60	157,7 ± 7,4	162,9
13.9.	70	180,7 ± 7,7	189,3
23.9.	80	207,9 ± 7,9	209,5
30.9.	87	223,4 ± 8,8	220,3
	100		234,6
	110		241,1
		$\log (250 - y) = \log 250 - 0,3 \frac{t}{(48)}$	1,9

Der Weissklee stand am Rande des Schuppens und hat deshalb nicht an Lichtmangel gelitten.

Rotklee (*Trifolium pratense*).

Der Rotklee stand schon mehr innerhalb des Schuppens und zeigt deshalb auch schon Lichtmangel am 15.7. an.

Datum.	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
15.7.	10	9,4 ± 0,5	12,9 !
25.7.	20	41,7 ± 0,4	42,8
4.8.	30	83,7 ± 1,7	80,8
14.8.	40	133,9 ± 3,0	126,5
24.8.	50	173,5 ± 3,8	173,7
3.9.	60	206,2 ± 5,1	208,9
13.9.	70	232,5 ± 5,5	241,1
23.9.	80	266,7 ± 7,3	269,6
30.9.	87	285,3 ± 7,7	284,0
log (330 - y) = log 330 - 0,3		$\frac{(t)}{48,8}$	1,8

Bokharaklee (*Melilotus alba altissima*).

15.7.	10	11,2 ± 0,2	14,5 !
25.7.	20	49,8 ± 0,8	51,0
4.8.	30	99,9 ± 1,4	102,0
14.8.	40	160,5 ± 1,4	158,0
24.8.	50	210,6 ± 0,3	212,0
3.9.	60	245,8 ± 1,0	258,9 !
13.9.	70	284,3 ± 1,6	296,0 !
23.9.	80	328,7 ± 1,8	323,7
30.9.	87	357,0 ± 2,1	337,7 !
log (370 - y) = log 370 - 0,3		$\left(\frac{t}{44,8} \right)$	1,9

Beim Bokhara-Klee fällt der Wert vom 15.7. aus demselben Grunde wie beim Rotklee aus. Das Herausfallen der Werte vom 3., 13. und 30.9. erkläre ich mir dadurch, dass der Bokhara-Klee nicht in Ostpreussen aklimatisiert ist. Ihm hat die Sonne gefehlt. Wie ein Blick auf den angefügten Kalender zeigt, ist in den betreffenden Zeitabschnitten sehr wenig Sonnenschein gewesen.

Sumpfschotecklee (*Lotus uliginosus*).

Datum.	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
15.7.	10	4,4 ± 0,3	11,0 !
25.7.	20	33,7 ± 0,4	40,0 !
4.8.	30	81,1 ± 0,7	80,6
14.8.	40	132,1 ± 1,3	127,3
24.8.	50	177,0 ± 1,7	175,0
3.9.	60	208,3 ± 1,9	218,0 !
13.9.	70	243,9 ± 2,3	255,5 !
23.9.	80	288,0 ± 2,1	285,1
30.9.	87	314,2 ± 2,1	301,6 !
$\log(350 - y) = 350 - 0,3$		50 $\frac{t}{1,9}$	

Das Herausfallen der Werte lässt sich mit derselben Begründung erklären, wie beim Bokhara-Klee.

Serradella (*Ornithopus sativus*).

Der Versuch ist in 4 Gefässen angesetzt worden, die am 26.V. gesät worden sind. Am 25.VI. sind die Pflanzen auf 35 pro Gefäss verzogen worden. Am 17.VII ist die volle Wasserkapazität erreicht worden.

Datum	Anzahl der Tage.	Gef. Werte.	Errechn. Werte.
5.7.	10	5,8 ± 0,1	6,0
15.7.	20	20,6 ± 0,4	36,0 !
25.7.	30	78,7 ± 1,6	84,0
4.8.	40	146,6 ± 3,4	145,7
14.8.	50	215,9 ± 3,9	210,0
24.8.	60	267,2 ± 2,9	266,3
3.9.	70	301,5 ± 5,0	309,7
13.9.	80	333,4 ± 8,4	339,6
18.9.	85	343,4 ± 9,8	348,3
$\log(370 - y) = \log 370 - 0,3$		$\frac{(t)}{46}$ 2,3	

Der Fehler des Wertes vom 15.7. erklärt sich aus Lichtmangel.

Bei den Versuchen, bei denen den Pflanzen verschiedene Wassermengen zur Verfügung standen, ist die einfache MITSCHERLICHsche Formel angewandt worden, die den Zuwachs der Pflanze in einer logarithmischen Funktion ausdrückt.

$$\log(A - y) = \log A - c \cdot x$$

Dabei ist A der Höchstertrag, c der Geschwindigkeitsfaktor, mit dem A erreicht wird; y ist der Wert, der bei der zugehörigen Wassermenge x erreicht wird.

Ich habe ausgerechnet, wieviel Wasser absolut den Pflanzen bei den verschiedenen Versuchen zur Verfügung gestanden hat und die absolute Wassermenge als x angeführt.

Serradella (*Ornithopus sativus*).

Mit Wasser gegossen.

Wasser in % der vollen Wasserkapazität.	Absolute Wassermenge (x) in g	Ertrag (y)	
		gefunden	errechnet.
10	80	5,2 ± 0,5	3,7
20	320	13,4 ± 0,6	13,9
40	780	28,9 ± 0,4	29,6
70	1480	43,1 ± 0,3	49,3 !
100	2180	53,1 ± 1,0	57,1
	2600		61,7

$$\log (77 - y) = \log 77 - 0,027 \cdot x$$

Versuchsreihe 1 hat am Anfang mehr Wasser zur Verfügung gehabt, sodass sie ein günstigeres Resultat liefern konnte. Das Herausfallen des Wertes 4 erkläre ich mir durch den Mangel an Wasser. Durch den Zuwachs an Pflanzenmasse wurden die Töpfe schwerer; da sie aber auf demselben Gewicht gelassen wurden, bekamen sie weniger Wasser als ihnen zustand.

Serradella (*Ornithopus sativus*).

Mit Nährlösung gegossen.

Wasser in % der vollen Wasserkapazität.	Absolute Wassermenge (x) in g	Ertrag	
		gefunden	errechnet
10	80	2,4 ± 0,0	5,5 !
20	320	18,6 ± 0,8	20,4
40	780	40,0 ± 0,9	42,7
70	1480	66,2 ± 1,9	66,3
100	2180	79,5 ± 2,6	79,0
	2600		84,5

$$\log (100 - y) = \log 100 - 0,031 \cdot x$$

Das Zurückbleiben des ersten gefundenen Wertes möchte ich auf plasmolytische Erscheinungen zurückführen. Ich nehme an, dass das Wasser der zugegebenen Nährlösung verdunstet ist und die Lösung dadurch konzentrierter geworden ist.

Senf (*Sinapis alba*).

Der Senf hatte sich sehr schlecht entwickelt. Ich möchte deshalb nur den Versuch mit Nährlösung gegossen anführen.

Wasser in % der vollen Wasserkapazität.	Absolute Wassermenge in g.	Ertrag	
		gefunden	errechnet
10	80	3,6 ± 0,1	3,6
20	320	10,6 ± 0,7	12,2
40	780	22,6 ± 0,7	24,7
70	1480	36,8 ± 0,3	36,3
100	2180	33,4 ± 0,8	42,6 !
	2600		44,9

$$\log (50 - y) = \log 50 - 0,038 \cdot x$$

Ich nehme an, dass das durchfliessende Wasser bei Versuch 5 sauer geworden ist und dadurch die Pflanzen sehr geschädigt, dass sogar eine Ertragsminderung gegen Versuch 4 eingetreten ist.

Die wirklichen Werte von c habe ich in der folgenden Tabelle zusammengestellt. c ist immer vom Tage der Aussaat gerechnet worden. In den Fällen, in denen die Gleichungen erst mit dem Tage des Giessens beginnen, habe ich c und n besonders berechnet. Um die Zahlen übersichtlicher zu gestalten, habe ich c als Potenz der Basis 10 angegeben.

	c	n
Roggen	$10^{-6,0022}$	3,1
Wiesenrispengras	$10^{-9,0104}$	4,6
französ. Raygras	$10^{-8,8406}$	4,6
engl. Raygras	$10^{-8,8926}$	4,6
Wiesenschwingel	$10^{-8,8622}$	4,6
Thimothy	$10^{-8,8560}$	4,6
Hanf	$10^{-7,0529}$	3,5
Gartenbohne	$10^{-7,2721}$	3,7
Spörgel	$10^{-8,2140}$	4,2
Hafer, Beseler II	$10^{-7,6190}$	3,9
Erbse	$10^{-7,5001}$	4,0
Mais	$10^{-5,5766}$	2,6
Lupine, blaue	$10^{-7,2206}$	3,9
Weissklee	$10^{-7,7176}$	3,7
Rotklee	$10^{-7,9489}$	3,8

Je grösser n ist, desto länger dauert es bis die Pflanze zu schossen beginnt, d.h. die Pflanze wächst zuerst langsam, dann nimmt der Zuwachs ausserordentlich rasch zu und nähert sich dann langsam dem Werte A . Die Kurven solcher Pflanzen sind also recht stark gebogen. Das besagt, dass die Pflanze in einer kurzen Zeit ihren Hauptzuwachs erfährt. Solche Pflanzen sind empfindlicher als die anderen Pflanzen, die eine längere Entwicklungszeit haben. Fällt in diese kurze Zeit ungünstige Witterung, so kann der ganze Ertrag in Frage gestellt werden.

Die Resultate meiner Arbeit veranlassen mich folgende Schlüsse zu ziehen:

- 1) Der Wasserverbrauch der Pflanze pro g Trockensubstanz steigt mit der Grösse der zur Verfügung stehenden Wassermenge.
- 2) Der tägliche Wasserverbrauch hängt in der Hauptsache von dem Entwicklungsstadium der Pflanze ab. Die klimatischen Einflüsse kommen erst in zweiter Linie in Betracht.
- 3) Die Bodenverdunstung ist unter der vollkommen beschatteten Pflanzendecke so gering, dass sie praktisch nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Übersicht über die Verdunstung des Verdunstungsmessers, die durchschnittliche Temperatur und die Sonnenscheindauer in der Zeit vom 16. Juni bis 30. September 1925.

Zeit.	Verdunstungs- messer.	Summe der durch- schn. Temperatur in 10 Tagen.	Sonnenschein- dauer in Std. in 10 Tag.
Juni: 16. - 25.	150	127	52
" 25. - 5.7.	270	163	47
Juli: 5. - 15.	292	167	67
" 15. - 25.	451	212	130
" 25. - 4.8.	289	185	73
Aug.: 4. - 14.	341	172	82
" 14. - 24.	242	166	68
" 24. - 3.9.	181	144	28
Sept. 3. - 13.	147	113	40
" 13. - 23.	-	127	50
" 23. - 30.			24

Tabelle I.

Kulturpflanze	Ernte g Trock.-Substanz.			Gesamtverbr. an Wass.pro Topf in kg.	Verbr. in kg H ₂ O pro g Tr. Substanz.
	Stroh	Korn	Gesamt		
Sommerroggen	19,7 ± 0,5	13,3 ± 0,4	32,9 ± 0,6	19,4 ± 0,4	0,59 ± 0,0004
Gartenbohne	19,7 ± 0,7	9,5 ± 0,3	29,2 ± 0,9	14,6 ± 0,4	0,49 ± 0,0057
Vierzeilige Gerste	15,1 ± 0,5	10,9 ± 0,7	26,0 ± 1,2	13,8 ± 0,4	0,53 ± 0,0055
Kirsches Gelb- Hafer	40,2 ± 0,7	21,9 ± 0,7	62,0 ± 1,2	29,9 ± 0,5	0,48 ± 0,0016
Svalöfs Sie- geschaf.	35,6 ± 0,4	11,9 ± 0,7	47,5 ± 0,8	24,4 ± 0,3	0,51 ± 0,0050
Petkuser Gelb- Hafer 9a	31,7 ± 0,6	17,4 ± 0,9	49,1 ± 1,4	25,1 ± 0,8	0,51 ± 0,006
Petkuser Gelb- Hafer	24,8 ± 1,1	15,8 ± 0,4	40,6 ± 1,4	23,5 ± 0,3	0,56 ± 0,0118
Beseler II. Hafer	32,3 ± 1,5	12,3 ± 0,4	44,6 ± 1,5	24,5 ± 0,4	0,55 ± 0,0093
Ackererbse	19,8 ± 1,9 ^{x)}	13,0 ± 1,4	57,4 ± 4,7	32,7 ± 0,2 ^{x)}	0,52 ± 0,021 ^{x)}
Wiesenrispen- gras			34,8 ± 0,2	20,6 ± 0,2	0,59 ± 0,0004 ^{x)}
Frz. Rsygras			58,4 ± 1,5	29,0 ± 0,4	0,49 ± 0,0005 ^{x)}
Engl. Raygras			43,2 ± 1,6	23,7 ± 0,7	0,55 ± 0,0016
Wiesenschwin- gel			44,1 ± 0,7	28,2 ± 0,3	0,65 ± 0,0051 ^{x)}
Thimothy			41,0 ± 0,7	27,1 ± 0,4	0,66 ± 0,0058
Hanf			89,4 ± 2,8	48,5 ± 0,4	0,51 ± 0,0068
Spörgel			30,6 ± 1,8	23,3 ± 0,6 ^{x)}	0,70 ± 0,0069 ^{x)}
Zottelwicke			74,0 ± 0,3 ^{x)}	38,1 ± 0,4 ^{x)}	0,52 ± 0,0016
Mais			173,9 ± 1,7	34,9 ± 0,1	0,21 ± 0,0017

x) Die mit x versehenen Zahlen sind das Mittel von drei Versuchen.

Tabelle II.

Kulturpflanze.		Gesamternte in g Trocken-Substanz	Gesamtverbr an Wass.pro Topf in kg.	Verbr. in kg H ₂ O pro g Tr. Substanz.
Weissklee		47,3 ± 1,3 ^{x)}	22,0 ± 0,9	0,48 ± 0,0069 ^{x)}
Rotklee		63,9 ± 1,1 ^{x)}	28,2 ± 0,7	0,46 ± 0,0052
Sumpfschotenklee		76,2 ± 1,5	31,4 ± 0,2	0,41 ± 0,0062
Bokharaklee		64,4 ± 0,2 ^{x)}	35,2 ± 0,2	0,54 ± 0,0028 ^{x)}
Serradella, Wasser	10%	5,2 ± 0,5	1,9 ± 0,1	0,38 ± 0,0027
	20%	13,5 ± 0,6	5,5 ± 0,3	0,43 ± 0,0088
	40%	28,9 ± 0,4	14,8 ± 0,3	0,55 ± 0,0021 ^{x)}
	70%	43,1 ± 0,3 ^{x)}	23,6 ± 0,3	0,55 ± 0,0021 ^{x)}
	100%	53,1 ± 1,0	27,3 ± 0,2	0,52 ± 0,0043 ^{x)}
Nährlösung	10%	2,4 ± 0,0	0,8 ± 0,1	0,36 ± 0,032
	20%	18,5 ± 0,8	6,8 ± 0,3	0,37 ± 0,0074
	40%	40,0 ± 0,9 ^{x)}	15,1 ± 0,3	0,40 ± 0,0004
	70%	69,2 ± 0,2 ^{x)}	26,9 ± 0,4	0,40 ± 0,0004
	100%	83,2 ± 0,9	34,3 ± 0,9	0,44 ± 0,002
Senf, Wasser	10%	2,9 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,36 ± 0,032
	20%	5,1 ± 0,1	4,5 ± 0,1	0,87 ± 0,007
	40%	6,3 ± 0,2	6,7 ± 0,2	1,06 ± 0,009 ^{x)}
	70%	7,1 ± 0,0	7,6 ± 0,1	1,08 ± 0,007
	100%	5,8 ± 0,2	7,3 ± 0,1	1,20 ± 0,024
Nährlösung	10%	3,6 ± 0,1	2,3 ± 0,1	0,61 ± 0,004
	20%	9,6 ± 0,5 ^{x)}	6,7 ± 0,3	0,68 ± 0,006
	40%	22,9 ± 0,1 ^{x)}	13,6 ± 1	0,59 ± 0,011
	70%	37,2 ± 0,1 ^{x)}	22,2 ± 0,1	0,60 ± 0,002 ^{x)}
	100%	32,3 ± 0,4 ^{x)}	21,5 ± 0,4	0,63 ± 0,020

Ich benutze die Gelegenheit, Herrn Professor Dr. MITSCHERLICH für die Überlassung des Themas und die Anleitung zu seiner Bearbeitung meinen ergebensten Dank auszusprechen.

LITERATUR.

- (1) HELLRIEGEL, Landwirtschaftliches Zentralblatt für Deutschland, 1871. - (2) EUBER, BRUNO, Die Beurteilung des Wasserhaushalts der Pflanzen, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1924, Bd. 64, Heft 1. - (3) MITSCHERLICH, Bodenkunde, 4. Auflage 1923. - (4) v. SEELHORST, Journal für Landwirtschaft, Jahrgang 1902, 1904, 1906, 1907, 1908, 1911, 1914. - (5) WALTER, Der Wasserverbrauch der Pflanzen. - (6) WAGNER, HEINRICH, Beziehungen des Wachstums der Pflanzen zur physikalischen Chemie. - (7) WOLLNY, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturchemie, Bd. 4.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Wunderlich Walther

Artikel/Article: [Das Wasserbedürfnis verschiedener Kulturpflanzen im Laufe ihrer Vegetationszeit 262-278](#)