

halb einer Mengeneinheit noch die Frage zu klären, wie groß die Zahl der Knollen je Probe sein muß, um dem erzielten Ergebnis eine gewisse Sicherheit zu geben.

Eine Probe, die aus einer „wahllos“ zusammengewürfelten Partie gesunder und kranker Knollen besteht, wird demnach um so genauer den wahren Gesundheitszustand wiedergeben, je mehr Knollen sie einschließt. Der Idealfall wäre gegeben, wenn sehr große Zahlen (ca. 1000) untersucht werden könnten. Da dies jedoch aus wirtschaftlichen Gründen absurd ist (die Untersuchung einer Knolle nach dem IGEL-LANGE-Test wird z. B. mit 0,06 DMB in Aussicht gestellt), wird der volkswirtschaftliche Nutzen bzw. der für den privaten Vermehrer persönliche Wert den Ausschlag für den Umfang der Probe geben. Für eine grobe Orientierung über den Gesundheitszustand ist die Prüfung einer geringeren Knollenanzahl als zur Erzielung eines exakten Ergebnisses erforderlich.

Ob zur Beantwortung einer bestimmten Fragestellung 50, 100, 200, 300 oder gar 500 Knollen je Probe notwendig sind, ist aus den beigefügten Tabellen 1—5 zu ersehen.

Werden zum Beispiel 50 Knollen verwendet, die nach der Untersuchung einen Virusprozentatz von 4 aufweisen, wird bei einer abermaligen Probeziehung von gleichfalls 50 Knollen aus derselben Gesamtheit mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ein anderer Virusprozentatz als 4 zu beobachten sein. Setzt man in diesem Beispiel voraus, daß der wahre Virusprozent-

atz tatsächlich 4 ist und der nach abermaliger Probeziehung nur 2, so wird selbst letztgenannter Wert noch eine Sicherheit besitzen, zum Kollektiv mit 4% Virusbesatz zu gehören. Sie beträgt in diesem Fall 0,50 P, bei 100 Knollen hingegen 0,30 P, bei 200 Knollen nur noch 0,10 P.

Es war zu erwarten, daß mit steigender Knollenzahl die Sicherheit einer Probe wächst; in welchen Zahlenwerten sich dieser Anstieg aber vollzieht, das soll aus den Tabellen ersichtlich werden.

Auch innerhalb einer bestimmten Knollenzahl kann je nach dem beobachteten Virusprozentatz mit verschiedener Sicherheit auf den tatsächlich zu erwartenden Wert geschlossen werden. Es läßt sich zum Beispiel für Proben von 100 Knollen sagen, daß die beobachteten Virusprozentate zwischen 2 und 3% untereinander besser gesichert sind als zwischen 4 und 5%¹.

Der Repräsentationswert einer Augenstecklingsprüfung wird — wie bereits betont — hauptsächlich von der Art der Probenahme und der Methodik bestimmt werden. Dabei können aber in gewissem Umfang auch die hier aufgeführten Überlegungen Bedeutung besitzen.

Literatur

Anwendung des IGEL-LANGE-Testes in Bayern. Kartoffelwirtschaft 8, 133 (Nr. 10) 1955.

¹ Die in den Tabellen 1—5 aufgeführten P-Werte wurden von 1 angegeben und sind der Tafel IV von FISHER und YATES (London 1953) entnommen.

Beobachtungen über Blattbewegungen von Rotklee

Von G. und E. FRIMMEL

Mit 7 Textabbildungen

Einleitung

Die einzelnen Fiederblättchen des Rotkleeblattes sind mit einem typischen Gelenk mit dem Blattstiel verbunden. Im Gelenk verlaufen die Gefäßbündelstränge zentral, sie sind mit einem Ring von elastischen, dickwandigen Zellen umgeben, die frei von Einschlüssen sind, worauf ein Parenchym anschließt, welches Plastiden führt. Durch Veränderung der Spannungen von Ober- und Unterseite dieser Gelenke vollführen die Blättchen charakteristische Bewegungen. Im allgemeinen sind die Blättchen tagsüber durch erhöhte Spannung der Gelenkoberseite auseinandergeklappt, des Nachts durch Erschlaffung der Gelenkoberseite und erhöhten Turgor der Gelenkunterseite zusammengeklappt. Nach E. BÜNNING (1953) unterliegen solche nyktinastischen Bewegungen einem endogenen Rhythmus, werden aber durch unterschiedliche Einflüsse von außen wie Temperatur und vor allem Licht-Dunkelwechsel stark modifiziert, wobei es für die Pflanze nicht gleichgültig ist, ob ein Wechsel von Licht-Dunkel-Phasen dem endogenen Rhythmus entspricht, oder nicht. Rhythmische Vorgänge sind im Pflanzenreich weit verbreitet (gedacht sei an solche, wie Wachstum, Zellteilung, Guttation usw.). Äußere Einflüsse lösen hierbei Reaktionen aus, die von der Erreichung eines jeweiligen Schwellenwertes abhängig sind. Im Gegensatz dazu steht jene Rhythmik, die endogen verankert ist. Sie stellt nach BÜNNING die Grundlage für das photoperiodische Verhalten der Pflanzen dar.

Auf Grund der besonderen Bedeutung des Photo-periodismus für den Züchter und wegen der Einfachheit der Beobachtung von Blattbewegungen wurde versucht, die Möglichkeit einer zweckmäßigen Beobachtung von Rotkleepflanzen unter natürlichen Verhältnissen zu eruieren, ohne eine endogen gelenkte Bewegung von anderen mitspielenden Momenten zu trennen.

Zielsetzung und Methode

Da von BÜNNING charakteristische Blattbewegungen von kurztag- und tagneutralen Sojabohnen angegeben werden und von F. FRIMMEL (1951) Unterschiede im Einsetzen der Nachtbewegung bei Buschbohnen beobachtet wurden, nahmen wir uns vor, festzustellen, ob bei der Langtag-Pflanze Rotklee feinere Unterschiede der Blattbewegungen auffindbar sind, nachdem wir beobachten konnten, daß die Schließbewegungen von *Trifolium alexandrinum* auffallend früher einsetzen als bei Rotklee.

Abgesehen vom Suchen nach Unterschieden zwischen einzelnen Pflanzen einer Population, versuchten wir Unterschiede von Blatt zu Blatt festzuhalten, um Blattbewegungen jüngerer und älterer Blätter kennenzulernen. Schließlich wurde das Ausmaß der Beeinflussung durch den Faktor Licht geprüft, indem die Beobachtungen an sonnigen und bewölkten Tagen vorgenommen wurden und das Verhalten der Blätter bei plötzlicher Beschattung festgehalten wurde.

Als Material dienten Jungpflanzen von Rotklee eines Bestandes in Rohrau (östl. Nieder-Österreich), die zum Teil geklont und im Mai des Jahres 1953 beobachtet wurden. Im Herbst desselben Jahres verwendeten wir ebenfalls geklonte Pflanzen, diesmal des Ob. Österr. Rotklees, um unsere bis dahin durchgeführten Beobachtungen durch Wiederholung an diesem Material überprüfen zu können. Die Pflanzen wurden in 8-cm Töpfen gehalten.

Der jeweilige Öffnungswinkel der Blätter wurde hierbei durch Anlegen eines Winkelmessers geschätzt, was nach einiger Übung hinlänglich genaue Resultate ergab, deren Fehler $\pm 5^\circ$ kaum überschritt. Die Angaben der Zahlen erfolgten durch Abrundung auf die nähere Zehner- oder Fünferstelle. Diese Feststellungen der Winkel von Seitenblättchen (die Bewegungen der Mittelblättchen wurden nicht beobachtet) wurden in Intervallen von etwa einer Stunde durchgeführt, wobei zum Teil der Verlauf eines Tages oder zum alleinigen Erfassen der Schließbewegungen deren Verlauf an Nachmittagen und Abenden verfolgt wurde. Die Messungen erfolgten an jedem einzelnen Blatt. Durch wiederholte Zeichnung der Pflanzen sowie durch eine Beschreibung der Blätter wurde jedes einzelne charakterisiert.

Ergebnisse und Besprechungen

Von 12 beobachteten Pflanzen konnten sowohl bei der zuerst verfolgten abendlichen Schließbewegung der Blätter, auf die nicht weiter eingegangen werden soll, als auch im Verlauf einzelner Tage merkbliche

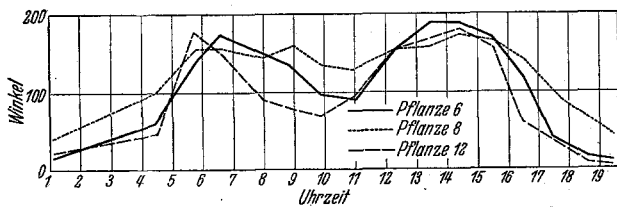


Abb. 1. Tageskurven der Blattbewegungen dreier Rotkleepflanzen dargestellt durch die Mittelwerte der einzelnen Blattwinkel.

Unterschiede festgestellt werden. Die Abb. 1 stellt die Tageskurven dreier Pflanzen dar, indem auf der Abszisse die Tageszeit, auf der Ordinate die Öffnungswinkel eingetragen und die aus den Mitteln der Öffnungswinkel erhaltenen Punkte durch Linien verbunden wurden. Die Zweigipfeligkeit der Kurven erklärt sich durch eine Depression infolge direkter Sonnenbestrahlung, auf welche diese drei Pflanzen \pm stark reagieren. Analoge Depressionen wurden bei Spaltöffnungsbewegungen festgestellt (H. LUNDEGÄRDH 1950). Pflanze 12 reagiert am intensivsten, Pflanze 8 verhält sich träger, die Pflanze 6 nimmt eine Mittelstellung ein. Der Verlauf der Schließbewegung erfolgt analog der Reaktion auf direkte Bestrahlung, was auch aus den hier nicht gezeigten Kurven hervorgeht, so daß allein durch die Beobachtung der Schließbewegung auf die Sensibilität der Pflanze geschlossen werden darf. Jede der beobachteten Pflanzen hatte ihre charakteristische Kurve, die Kurven der Klonpflanzen hingegen zeigten eine auffallende Ähnlichkeit.

Die Art des Verhaltens der Blätter zweier Pflanzen an einem sonnigen (4. 5. 1953) und an einem bewölkten Tag (6. 5. 1953) sollen die Kurvenbilder der Abbildungen 2 und 3 demonstrieren. Während sich die Blattbewegungen der sensiblen Pflanze 12 am

bewölkten Tag vom sonnigen durch das Fehlen einer Depression unterscheiden, sind diese Tagesunterschiede bei der Pflanze 8 wenig hervortretend. Die abendlichen Schließbewegungen dieser zwei Tage unterscheiden sich jedoch bei beiden Pflanzen wesentlich, indem durch die diffuse Beleuchtung die Schließbewegungen beträchtlich hinausgeschoben werden.

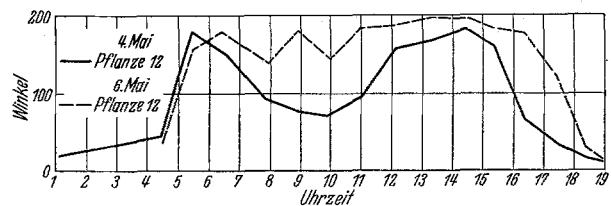
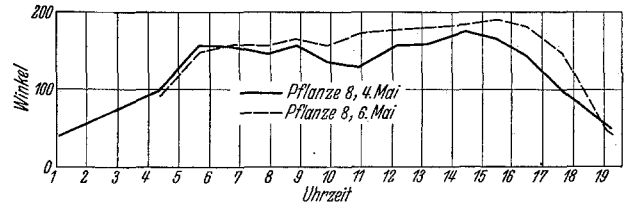


Abb. 2. Abb. 3: Verlauf der Blattbewegungen einer Pflanze an einem sonnigen (4. Mai) und einem bewölkten (6. Mai) Tag.

Auch diese Beobachtungen konnten am übrigen Material gemacht werden, so daß die Darstellung der Blattbewegungen dieser beiden Pflanzen als Beispiel anzusehen ist.

Aus der Abb. 4 wird ersichtlich, wie plötzliche Beschattung wirkt. Zwei Pflanzen, die sensible Pflanze 7 und die weniger lichtempfindliche Pflanze 10, wurden ohne Übergang vom besonnten Platz in den Schatten gestellt. Im Schatten erfolgte die Messung nach jeweils 5 Minuten. Betrachtet man den Kurvenverlauf der Öffnungswinkel-Mittelwerte der beschatteten Pflanzen, so fällt auf, daß Pflanze 7 sofort mit einer intensiven Entfaltung der Blättchen reagiert, wogegen Pflanze 10 den momentanen Übergang zunächst mit einer Verkleinerung des Winkels beantwortet, der erst bei der nächsten Messung (5 Min. später) vergrößert wird, um dann, nach Erreichung eines Höhepunktes sich wieder zu verkleinern, und zwar noch während der Beschattung. Das Öffnen der Blättchen von Pflanze 7 erfolgt weit intensiver, im selben Maß aber auch das darauf einsetzende Schließen.

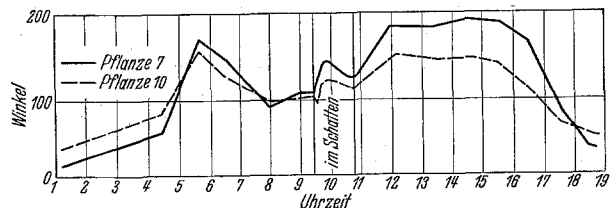


Abb. 4. Das Verhalten der Blätter von 2 Pflanzen während vorübergehender Beschattung.

Die noch während der Beschattung stattfindende Verkleinerung des Öffnungswinkels kann damit erklärt werden, daß mit der Entfaltung der Blätter Stoffe gebildet werden, die nach der Erreichung eines Schwellenwertes die Schließbewegung veranlassen. Sind solche Stoffe umgesetzt oder verlagert, kann die Öffnungsbewegung wieder einsetzen. Während der Aktivität eines Blattes erfolgt daher ein ständiges „Pendeln“ um einen Schwellenwert, dessen Amplitude je nach der Veranlagung einer Pflanze, auf eine be-

stimmte Lichtintensität zu reagieren, verschieden sein kann.

Die Verringerung der Blattwinkelöffnung unmittelbar nach der Beschattung kann nur als Schockreaktion aufgefaßt werden. Sie tritt scheinbar bei der Pflanze 7 nicht auf und zwar deshalb, weil durch die zeitlich etwas verschobene Reaktion von Blatt zu Blatt der Mittelwert die auch bei dieser Pflanze beobachtete anfängliche Schließbewegung der einzelnen Blätter nicht auszu-drücken vermochte.

Wenngleich die Bewegungen der Blätter

wegen deren gegenseitiger Beschattung nicht genau übereinstimmen und somit die erhaltenen Mittelwerte mit einer gewissen Streuung behaftet sind, spielt dies bei einer gleichartigen Beleuchtung nur eine geringe Rolle. Beim plötzlichen Übergang von starker Beleuchtung zu Schatten ergeben sich jedoch größere Unterschiede.

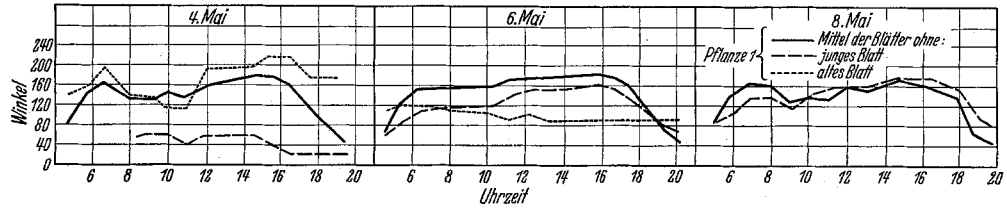


Abb. 5. Bewegung eines jungen, sich öffnenden und eines absterbenden Blattes, verglichen mit dem Verlauf der Blattbewegungen der übrigen Blätter mittleren Alters.

Tabelle 1. Mittelwerte der Blattöffnungswinkel dreier Rotklee-Klone von 4 Tagen an 6 Zeitpunkten.

15.00 Uhr	\bar{x}	Kl. 2 t	Kl. 7 t	Kl. 8 t
Klon 2	136	—	0,36	5,5
Klon 7	138	76,6	—	5,1
Klon 8	163	< 0,1	< 0,1	—
gD = 10 (P = 5%)		P%	P%	P%
16.00 Uhr	\bar{x}	Kl. 2 t	Kl. 7 t	Kl. 8 t
Klon 2	154	—	0,1	5,0
Klon 7	153	92,0	—	5,3
Klon 8	180	< 0,1	< 0,1	—
gD = 11 (P = 5%)		P%	P%	P%
17.00 Uhr	\bar{x}	Kl. 2 t	Kl. 7 t	Kl. 8 t
Klon 2	138	—	0,2	3,9
Klon 7	139	84,1	—	3,7
Klon 8	158	0,3	0,4	—
gD = 10 (P = 5%)		P%	P%	P%
18.00 Uhr	\bar{x}	Kl. 2 t	Kl. 7 t	Kl. 8 t
Klon 2	80	—	3,1	1,8
Klon 7	106	0,6	—	1,1
Klon 8	96	8,7	28,5	—
gD = 18 (P = 5%)		P%	P%	P%
19.00 Uhr	\bar{x}	Kl. 2 t	Kl. 7 t	Kl. 8 t
Klon 2	30	—	4,7	0,8
Klon 7	62	< 0,1	—	3,8
Klon 8	36	43,1	0,12	—
gD = 14 (P = 5%)		P%	P%	P%
20.00 Uhr	\bar{x}	Kl. 2 t	Kl. 7 t	Kl. 8 t
Klon 2	16	—	4,2	0,6
Klon 7	29	< 0,1	—	4,8
Klon 8	14	55,6	< 0,1	—
gD = 7 (P = 5%)		P%	P%	P%

Wie die Aktivität eines Blattes von dessen Alter abhängig ist, soll durch die Abb. 5 veranschaulicht werden, die ebenfalls als ein Beispiel für zahlreiche analoge Beobachtungen aufzufassen ist. Das junge Blatt ist zunächst gefaltet. Gleichzeitig mit dessen Entfaltung setzt die Bewegung der Blättchen ein, die sich in ihrer Intensität von Tag zu Tag steigert, um nach Erreichung der Höchstaktivität in einen Starrezustand überzugehen. Kurz darauf vertrocknet und vergilbt es, meist noch am gleichen Tag. Sofern ein Blatt nicht gleichmäßig absterbt, sondern der Tod vorerst einzelne Blatteile erfaßt, können auch noch geringfügige Bewegungen gemessen werden, wenn das Blatt bereits Vergilbungsflecke aufweist. Bemerkenswert ist, daß den durch plötzliche Beschattung hervorgerufenen Schock vor allem hochaktive Blätter mittleren Alters anzeigen.

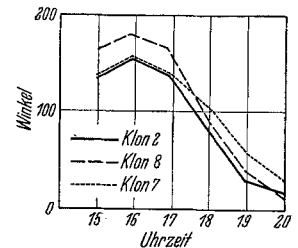


Abb. 6. Schließbewegungen der Blättchen dreier Klone, dargestellt durch die Mittelwerte der Öffnungswinkel von 4 Tagen. Vgl. Tab. 1 u. 2.

Solche sind auch durch eine Schattenkurve größerer Amplitude charakterisiert als junge oder alte Blätter.

Von 8 Jungpflanzen Ober-Österreichischen Rotklee, die sich nach oberflächlicher Beobachtung wenig voneinander unterschieden, wurden drei, durch die Art ihrer Blattbewegungen immerhin auffallende Pflanzen geklont und Blattwinkelmessungen an Nachmittagen und Abenden von 4 aufeinanderfolgenden Tagen vorgenommen. Um ein Maß für den Einfluß unterschiedlicher Tage, unterschiedlicher Pflanzen sowie unterschiedlicher Klone zu erhalten, wurden die Meßresultate einer statistischen Prüfung unterzogen, die ergab, daß von Klon zu Klon gesicherte Unterschiede vorliegen, d. h. daß die Art der Blattbewegungen erblich bedingt ist. Ferner unterscheiden sich die Messungen von Tag zu Tag signifikant, wogegen in keinem Fall Unterschiede von Pflanze zu Pflanze innerhalb der Klone zu sichern waren. Die errechnete Zwischenvarianz Klone/Tag ergab, daß die einzelnen Klone an verschiedenen Tagen gleichartig reagieren. Die Kurvenbilder dieser Klone sind in Abb. 6 dargestellt. Die Tabelle 1 beinhaltet die dazugehörigen Mittelwerte, die Tabelle 2 die errechneten F-Werte.

Da auch an 11 *Medicago-falcata*-Pflanzen derartige Blattwinkelmessungen durchgeführt wurden, seien

auch diese Ergebnisse in Abb. 7 bzw. in Tab. 3 angeführt und hervorgehoben, daß auch hier ein Unterschied von Pflanze zu Pflanze errechnet werden konnte.

Es wurde somit der Nachweis erbracht, daß hinsichtlich der Blattbewegungen in einer Population von

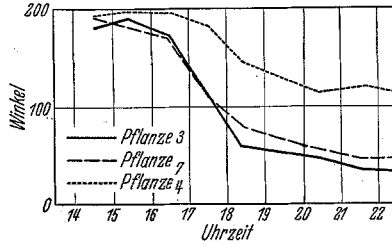


Abb. 7. Schließbewegungen der Blättchen dreier *Medicago-falcata*-Pflanzen. Vgl. Tab. 3.

Rotklee bzw. *Medicago falcata* unterschiedliche Typen auftreten. Die Art der Blattbewegung wird vor allem durch den Faktor Licht bestimmt. Da sich Blätter verschiedenen Alters ungleich verhalten, ist dies bei vergleichenden Beobachtungen zu berücksichtigen. Hier sei auch erwähnt, daß Blätter der sich streckenden Stengel weit geringere Bewegungen ausführen als Blätter der Rosette. Weder der Einfluß einer endogen gesteuerten Rhythmik, noch die physiologische Be-

deutung der unterschiedlichen Reaktion der Blätter wurde untersucht, es muß infolgedessen die Feststellung des Wertes solcher Beobachtungen für eine praktische Handhabung weiteren Untersuchungen überlassen bleiben. Da jedoch die erhaltenen Typen der Blattbewegungskurven den von BÜNNING an Sojabohnen angeführten weitgehend ähneln, darf angenommen werden, daß den Beobachtungen an Rotklee-Blattbewegungen eine ebensolche Bedeutung beizumessen ist.

Zusammenfassung

1. Es wurde der sichere Nachweis erbracht, daß in einer Rotkleepopulation Pflanzen, die in ihrer Blattbewegung deutlich differieren, auftreten.

2. Unterschiede der Blattbewegungen an sonnigen und bewölkten Tagen sowie das Verhalten bei Beschattung wurden festgestellt.

3. Das Verhalten junger, erwachsener und alternder Blätter wurde beschrieben.

Literatur

BÜNNING, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953. — FRIMMEL, F.: Die Praxis der Pflanzenzüchtung. Berlin: P. Parey 1951. — LUNDEGÅRDH, H.: Växtfysiologi, Stockholm: Svenska bokförlaget 1950.

Tabelle 2. Analyse der Streuungsursachen für die in Tab. 1 angegebenen Mittelwerte der Blattbewegungen.

Uhrzeit	15.00			16.00			17.00		
	S ²	FG	F errechn. (Tab.)	S ²	FG	F errechn. (Tab.)	S ²	FG	F errechn. (Tab.)
Pflanzen	61.4	2	0.4 (19.5)	144.9	2	1.2 (3.6)	368.9	2	2.3 (3.4)
Klone	2760.6	2	19.0 (3.4)	2014.1	2	17.3 (3.6)	1612.9	2	10.2 (3.4)
Tage	5731.8	3	39.0 (3.1)	278.6	2	2.4 (3.6)	849.1	3	5.4 (3.1)
Klone/Tage	37.4	6	0.2 (3.9)	26.3	4	0.2 (3.0)	39.8	6	0.2 (3.9)
Fehler	145.1	22		116.1	17		157.8	22	

Uhrzeit	18.00			19.00			20.00		
	S ²	FG	F errechn. (Tab.)	S ²	FG	F errechn. (Tab.)	S ²	FG	F errechn. (Tab.)
Pflanzen	532.8	2	1.1 (3.4)	430.1	2	1.6 (3.4)	152.4	2	2.4 (3.4)
Klone	2059.0	2	4.1 (3.4)	2959.8	2	11.1 (3.4)	884.6	2	13.8 (3.4)
Tage	925.2	3	2.0 (3.1)	652.5	3	2.4 (3.1)	288.0	3	4.5 (3.1)
Klone/Tage	62.7	6	0.1 (3.9)	427.1	6	1.6 (3.9)	16.6	6	0.2 (3.9)
Fehler	453.1	22		265.9	22		63.7	22	

Tabelle 3. Mittelwerte der Blattöffnungswinkel von drei *Medicago-falcata*-Pflanzen.

Uhrzeit	14.30	15.30	16.30	17.30	18.30	19.30	20.30	21.30	22.30	23.30
Pflanze 3	180	190	177	112	65	50	42	35	32	45
Pflanze 4	190	197	197	185	142	127	115	120	115	180
Pflanze 7	190	180	170	115	75	65	50	45	45	52

gD = 26
(P = 5%)

t und P% von Pflanze 4 und 7 bezogen auf Pflanze 3:

	t	P%	t	P%	t	P%	t	P%	t	P%	t	P%	t	P%	t	P%	t	P%	t	P%
Pflanze 4	0.8	42.4	0.6	55.0	1.6	11.0	5.8	<0.1	7.0	<0.1	6.2	<0.1	5.9	<0.1	6.8	<0.1	6.7	<0.1	10.9	<0.1
Pflanze 7	0.8	42.4	0.8	42.4	0.6	55.0	0.2	84.1	1.6	11.0	1.2	23.0	0.6	55.0	0.8	42.4	1.0	31.5	0.5	61.8