

Untersuchungen über die Ertragsleistung und Qualitätseigenschaften von Luzernesorten

E. TELLHELM

Institut für Pflanzenzüchtung der Karl-Marx-Universität Leipzig

Studies on the Yield and Quality of Alfalfa Varieties

Summary. The correlations found between yield and content of several varieties of alfalfa show that selection for green matter only does not result in the deterioration of fodder quality. Green matter variability has more influence on the yield of dry matter, crude protein, and phosphoric acid than does the corresponding content; only the yield of carotene depends less on the green matter yield than on the carotene content.

Variability in content decreases from carotene to phosphoric acid to crude protein, which makes the increase of carotene content easiest, that of crude protein hardest to achieve.

Einleitung

Die Durchsicht des umfangreichen Schrifttums zum Anbauwert der verschiedensten Zucht- und Landsorten der Luzerne unter mitteleuropäischen Bedingungen ergibt, daß solche Prüfungen vorwiegend mit Material aus West-, Süd- und Südost-Europa sowie aus den USA durchgeführt wurden (ZIMMERMANN, 1960a; KLAPP u. KMOCH, 1962; SCHIEBLICH u. SPANIER, 1963). Die Autoren unterstreichen immer wieder den Wert einheimischer Formen. Zur Frage, inwieweit die von SINSKAJA (1950) und RUDORF (1959) beschriebene Formenfülle Osteuropas, des Kaukasus und Zentralasiens unter unseren Bedingungen Bedeutung erlangen kann, sind keine neueren Arbeiten bekannt.

Hinsichtlich der Futterqualität fand WUTH (1962) nur unwesentliche Unterschiede im Rohproteingehalt zwischen mehreren Sorten, auch in den Untersuchungen von STÄHLIN u. SKIRDE (1963) waren klare Sortenabweichungen im Futterwert ausländischer Herkünfte zu vermissen, während Standort und Schnittzeit einen größeren Einfluß ausübten. Demgegenüber traten aber durch Untersuchungen an Einzelpflanzen beachtliche Unterschiede im Rohproteingehalt zwischen *Medicago media*-Stämmen zutage (PANSE, 1942), und SMIRNOVA-İKONNIKOVA (1950) fand eine große Variabilität des Gehalts an Nährstoffen und Rohfaser bei *Medicago*-Arten und deren Ökotypen. ZEINER (1961) berichtet über beachtliche Unterschiede im Carotingehalt an Zuchtmaterial und BELLMANN (1966) fand in tetraploiden Rotkleepflanzen einen höheren Phosphorsäuregehalt als in diploiden. HEINRICHS und TROELSEN (1965) kommen nach Analysen an einer Bastardpopulation *M. sativa* × *M. falcata* zu dem Schluß, daß die chemische Konstitution in keiner Beziehung zum äußeren, visuell erfassbaren Typ der Einzelpflanze steht. TISDALE u. a. (1950) fanden, daß Luzerneklone sich im Gehalt an den essentiellen Aminosäuren Cystin und Methionin unterscheiden und daß die Eiweiß-Menge (Gesamtstickstoff) nicht mit dessen Qualität (Gehalt an Cystin und Methionin) übereinstimmt. Nach NEHRING (1963) sind die Grünfutterpflanzen im Hinblick auf Eiweißgehalt und -zusammensetzung zu bearbeiten und ZIMMERMANN (1960b) sowie LEITZKE (1964)

fordern den Beginn einer Qualitätszüchtung bei Futterpflanzen, bevor die Möglichkeiten zur Steigerung der Massenleistung ausgeschöpft sind.

In der Qualitätszüchtung spielen korrelative Beziehungen zwischen den Inhaltsstoffen eine wichtige Rolle. Der Nährstoffgehalt kann mit dem Grünmasse-Ertrag positiv oder negativ korreliert sein, so daß schon durch die Selektion auf Grünmasse zu Beginn einer Züchtung die indirekte Beeinflussung der Qualität möglich ist. Es wäre interessant zu wissen, inwieweit aus Düngungsversuchen bekannte Korrelationen zwischen verschiedenen Nährstoffen bei der Untersuchung von Sorten und Stämmen eine Rolle spielen, wie z. B. die positive Beziehung zwischen Stickstoffdüngung und Carotingehalt (NEHRING, 1965) oder die negative Beeinflussung des Carotins durch steigende Phosphat-Gaben (GISIGER, 1965). Zusammengefaßt: Korrelationen zwischen dem Gehalt an verschiedenen Nährstoffen scheinen durch Einzelpflanzen-Untersuchungen und in Düngungsversuchen deutlicher erkennbar zu sein als durch die Untersuchung von Grünmasse gedrillter Sortenprüfungen; jedoch müssen gerade unter diesen Bedingungen Unterschiede nachgewiesen werden, wenn sich Züchterfolge im Anbau einer Sorte widerspiegeln sollen.

Um weitere Informationen über den Ertrag an Nährstoffen und diesbezügliche korrelative Beziehungen zu erhalten, untersuchten wir Sorten, die sich in ihrer Leistungsfähigkeit stark voneinander unterscheiden. Auf diese Weise sollten die von anderen Autoren getroffenen Einschätzungen einiger Selektionschancen überprüft und neue Beziehungen ermittelt werden. Es standen zahlreiche sowjetische Sorten zur Verfügung; da über den Wert solchen Materials für unsere Bedingungen nur wenig bekannt ist, wurden mehrjährige Untersuchungen durchgeführt.

Material und Methoden

125 Zucht- und Landsorten sowie Wildformen der Gattung *Medicago* aus verschiedenen Teilen der Sowjetunion wurden freundlicherweise durch das Allunionsinstitut für Pflanzenbau in Leningrad (VIR) zur Verfügung gestellt. Das entsprechend der Systematik von SINSKAJA (1950) bezeichnete Material umfaßte folgende Arten:

<i>M. sativa</i> L. em.	98 Samenproben
<i>M. falcata</i> L. em.	6 Samenproben

Tabelle 1. Relativerträge von Sorten (1. Nutzungsjahr)

Sorte bzw. Herkunft	Grünmasse	Trockensubstanz	Rohprotein	Phosphorsäure	Carotin	Rohfaser
Langensteiner	100	100	100	100	100	100
Thüringer	88 ○○○	89 ○○○	85 ○○○	90 ○○	123 +++	91 ○
Omskaja 2251	102	102	111 +++	118 +++	nicht ermittelt	
Gibridnaja 69	102	95	101	110 ++	116 ++	99
Kazanskaja 36	99	92 ○	95	101	115 ++	91 ○
Šatilovskaja 171	97	93 ○	95	99	114 ++	88 ○○
Bijskaja 3/51	96	89 ○○○	89 ○○○	97	114 ++	87 ○○
Barnaulskaja 17	96	93 ○	93 ○	114 +++	nicht ermittelt	
Ukrainskaja 1	93 ○	95	105	112 ++	nicht ermittelt	
Manyčskaja	92 ○○	90 ○○	91 ○○	92 ○○	115 ++	90 ○

<i>M. polychroa</i> Grossh.	6 Samenproben
<i>M. hemicycla</i> Grossh.	7 Samenproben
<i>M. coerulesa</i> Less.	5 Samenproben
<i>M. glutinosa</i> M. B.	3 Samenproben

Da nur geringe Samenmengen verfügbar waren, wurde das Sortiment im Frühjahr 1960 mit je 100 Pflanzen/Sorte auf 30 × 30 cm ins Freiland ausgepflanzt. Der Boden war mit Kali und Phosphorsäure gut versorgter sandiger Lehm. Im gleichen Jahr erfolgte eine Samenernte und 1961 die Feststellung des Grünmasseertrages. Die auf Einzelpflanzen umgerechneten Erträge dienen zur Beurteilung der Sorten. Nun stand genügend Saatgut zur Verfügung, und mit den besten Nummern wurde 1962 und 1963 eine exakte Prüfung (Feldversuche I u. II) aus je 24 Versuchsgliedern als 4 × 6 lat. Rechteck mit der Vergleichssorte 'Langensteiner' angelegt. Im Versuch I stand außerdem eine Thüringer Landsorte. Die Teilstückgröße betrug 3 m², die Reihenentfernung 20 cm. Die Anlage als Blanksaat ermöglichte eine Samennutzung im Ansaatzjahr. In zwei weiteren Nutzungsjahren mit je 3 Grünschnitten wurde von jeder Variante bei der Ernte eine Durchschnittsprobe für die Ermittlung der Trockensubstanz sowie für chemische Analysen entnommen und Parzellenerträge für die Trockensubstanz und Inhaltsstoffe errechnet¹. Die chemischen Untersuchungsmethoden waren folgende: Rohprotein — KJELDAHL, Phosphorsäure — ARRHENIUS, Rohfaser — HAMPEL, Carotin — Kaltextraktion durch Petroläther². Die Gehaltswerte wurden auf die Trockensubstanz bezogen.

Da beide Feldversuche zweijährige Erträge lieferten, bot sich eine statistische Auswertung als Spaltanlagen an; nur vom zweiten Nutzungsjahr standen Carotin-Erträge (Versuch I u. II) und Rohfaser-Erträge (Versuch I) zur Verfügung, so daß eine getrennte Verrechnung als lat. Rechteck erforderlich war. Die statistische Prüfung und die Berechnung von Korrelationskoeffizienten nach BRAVAIS übernahm das Institut für Maschinelle Rechen-technik der Karl-Marx-Universität. Zur Prüfung weiterer Zusammenhänge zwischen Nähr- und Mineralstoffen wurden 1966 in Abständen von 10 Tagen aus einem gedüllten Bestand der Sorte 'Plaußiger' Proben entnommen, Stengel und Blätter getrennt analysiert und Rangkorrelationskoeffizienten nach SPEARMAN berechnet.

Ergebnisse

Obwohl die Prüfungen mit Saatgut aus einem bei starkem Bienenbeflug abgeblühten Sortiment angelegt wurden, blieb der Charakter der 45 geprüften Sorten weitgehend erhalten. Dieser Numerierung entsprechend nahmen die Erträge ab, woraus zu schließen ist, daß die auf Grund der Parzellenerträge nach Pflanzung getroffene Auswahl der besten Sorten genügte. Die Relativerträge der leistungsfähigsten

Sorten aus beiden Prüfungen und die Signifikanz der Differenzen zu 'Langensteiner' sind in Tab. 1 dargestellt.

Während die Vergleichssorte im Grünmasse- und Trockensubstanz-Ertrag nur selten erreicht wird, sind ihr mehrere Herkünfte im Ertrag an Phosphorsäure oder Carotin bedeutend überlegen, bedingt durch den höheren Gehalt in den einzelnen Schnitten. Im zweiten Jahr fielen die Erträge der ausländischen Sorten allerdings ab. 'Omskaja 2251' war als *M. falcata* L. em. bezeichnet, die übrigen sowjetischen Sorten als *M. sativa* L. em. Zu beachten ist, daß beide Arten als Conspezies aufgefaßt und diesen die Bastardformen zugeordnet werden (SINSKAJA, 1950). Die aus der Sowjetunion gelieferten Sorten von *M. sativa* (98) und *M. falcata* (6) waren jedoch sehr heterogen, besonders in der Blütenfarbe, und können auch als *M. media* Pers. bezeichnet werden. Von den in beiden Feldversuchen geprüften 48 Varianten waren die meisten (40) *M. media*; 6 Herkünfte von *M. hemicycla* und 2 von *M. polychroa*. Die Ertragszahlen sagen nur wenig über die Anbauwürdigkeit einer bestimmten Sorte aus, da kein Originalsaatgut zur Aussaat gelangte.

Bei der Aufstellung der Korrelationstabellen sollten einerseits möglichst viele Beobachtungswerte berücksichtigt und andererseits möglichst viele Merkmale miteinander verglichen werden. Alle 48 Versuchsglieder wurden als Stichprobe aus einer Grundgesamtheit aufgefaßt, obwohl es sich um verschiedene Arten handelte. Diese sind vor der Blüte kaum voneinander zu unterscheiden und mehr oder weniger leicht miteinander kreuzbar (SINSKAJA, 1950). Die Erträge und Analysenwerte von *M. hemicycla* und *M. polychroa* lagen im Schwankungsbereich von *M. media*. Diese Art lieferte die meisten Werte, so daß durch die anderen Arten eventuell bedingte Abweichungen ohne Einfluß sein dürften.

Da nicht alle obengenannten Inhaltsstoffe an allen Grünmaterialproben bestimmt werden konnten, kamen unterschiedliche Zahlen von Merkmalspaaren zustande, was die Zusammenfassung in mehreren Tabellen bedingte. Tab. 2 enthält Korrelationskoeffizienten von Merkmalen beider Versuche (48 Versuchsglieder) aus zwei Jahren, woraus sich $n = 96$ ergibt. Es fanden nicht nur die Jahreserträge, sondern auch die einzelnen Schnitte Berücksichtigung. Die den dritten Schnitt betreffenden Korrelationen sind nicht enthalten, weil dieser den geringsten Anteil am Gesamtertrag hatte und sonst die Übersicht erschwert würde. Im Kopf der Tabelle ist außer den Durchschnittswerten (\bar{x}) als Streuungsmaß $s\%$ der Einzel-

¹ Für die Betreuung der Feldversuche sei Fr. L. KRAUSE und für die chemischen Untersuchungen Fr. H. VOIGT herzlich gedankt.

² Bei der Erarbeitung dieser im Institut für Tierernährung der Karl-Marx-Universität angewandten Methode gab Herr Dipl.-Landwirt H. BERGER wertvolle Unterstützung.

Tabelle 2. Korrelationskoeffizienten zwischen Grünmasse und Gehalt bzw. Ertrag an Trockensubstanz, Rohprotein und Phosphorsäure

	Grünmasseertrag (kg)		Trockensubstanzgehalt (%)		Trockensubstanzertrag (kg)		Rohproteingehalt (%)		Rohproteinertrag (kg)		Phosphorsäuregehalt (mg/100 g)		Phosphorsäurertrag (g)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
\bar{x}	10,1	5,7	19,6	24,7	1,5	1,4	3,8	22,7	17,8	0,3	0,2	0,8	14,1	8,6
s%	17,4	24,6	13,7	15,2	21,2	14,2	10,1	7,8	7,1	21,4	16,3	12,3	24,6	18,0
Schnitt	I	II	Ges.	I	II	Ges.	I	II	Ges.	I	II	Ges.	I	II
Grünmasseertrag	II	0,09												
Gesamt	0,66	0,78												
TS-Gehalt	I	0,20	-0,72	-0,38										
II	-0,16	-0,90	-0,72	0,73										
TS-Ertrag	I	0,91	-0,21	0,38	0,56	0,16								
II	0,14	0,89	0,75	-0,53	-0,10									
Gesamt	0,77	0,42	0,82	0,06	-0,27	0,66	0,58							
Rohprotein-Gehalt	I	0,01	0,52	0,36	-0,51	-0,53	-0,17	0,42	0,12					
II	0,26	0,24	0,30	-0,17	-0,39	0,15	0,07	0,13	0,26					
Rohprotein-Ertrag	I	0,91	-0,03	0,50	0,39	-0,01	0,93	0,04	0,71	0,24				
II	0,22	0,88	0,77	-0,53	-0,72	-0,03	0,90	0,56	0,46	0,12				
Gesamt	0,82	0,41	0,81	0,05	-0,35	0,71	0,50	0,91	0,35	0,38	0,59			
Phosphorsäure-Gehalt	I	0,20	0,70	0,59	-0,67	-0,77	-0,09	0,51	0,23	0,51	0,59	0,31		
II	0,18	0,83	0,69	-0,74	-0,89	-0,15	0,64	0,30	0,57	0,42	0,04	0,38	0,80	
Phosphorsäure-Ertrag	I	0,90	0,21	0,67	0,08	-0,31	0,80	0,20	0,70	0,32	0,35	0,79	0,50	0,33
II	0,13	0,96	0,78	-0,72	-0,85	-0,18	0,90	0,45	0,55	0,26	0,01	0,89	0,73	0,90
Gesamt	0,66	0,73	0,92	-0,40	-0,73	0,39	0,67	0,75	0,43	0,38	0,54	0,73	0,76	0,77

r_{\max} bei $\alpha 5\% = 0,19$ — r_{\max} bei $\alpha 1\% = 0,25$ — r_{\max} bei $\alpha 0,1\% = 0,32$.

werte angegeben, um die Variabilität der Merkmale miteinander verglichen zu können. Vom Grünertrag des 1. Schnittes ist $s\% = 17,4$, vom 2. 24,6, auch der Trockensubstanzgehalt variiert im 1. Schnitt weniger (8,7) als im 2. (15,2). Der Trockensubstanzertrag jedoch hat im ersten Aufwuchs eine größere Streuung (21,3) als im 2. (14,2). Ferner ist interessant, daß der Rohproteingehalt weniger streut (7,8 und 7,1) als der Phosphorsäuregehalt (15,8 und 15,9), wofür eine unterschiedliche Genauigkeit der chemischen Untersuchungsmethoden die Ursache sein könnte. Die Überprüfung dieser Frage war möglich, weil jeder in die Korrelationsrechnung eingegangene Wert den Durchschnitt aus Ergebnissen einer Doppelbestimmung bildete, so daß die durchschnittlichen prozentualen Abweichungen der Analysen-Einzelwerte voneinander berechnet werden konnten. Sie betragen für den Trockensubstanzgehalt 0,2%, Rohproteingehalt 0,9% und für den Phosphorsäuregehalt 1,7%. Demnach handelt es sich beim Gehalt an Rohprotein und Phosphorsäure weniger um Ungenauigkeiten der Analyse als um sortenbedingte Differenzen. Dafür spricht auch das höhere $s\%$ für den Gesamtertrag an Phosphorsäure (18,0) gegenüber dem Rohproteinertrag (12,3).

Zwischen den Grünerträgen des 1. und 2. Schnittes besteht keine Beziehung ($r = 0,09$). Der Gesamtertrag wird in seiner Variabilität vom 1. Schnitt weniger beeinflusst (0,66) als vom 2. (0,78). Beim 1. Schnitt ist zwischen Grünmasse und Trockensubstanzgehalt eine schwach positive Beziehung (0,20) interessant. Sie wird jedoch im 2. Schnitt stark negativ ($-0,90$); ähnlich ist die Situation für das Verhältnis TS-Gehalt der einzelnen Schnitte/Gesamtgrünertrag ($-0,38$ bzw. $-0,72$). Demgegenüber sind die beiden übrigen Inhaltsstoffe mit dem Grünertrag meist positiv korreliert: Rohproteingehalt 2. Schnitt 0,24 und Phosphorsäuregehalt 1. Schnitt 0,20, 2. Schnitt 0,83. Sehr eng sind die Beziehungen zwischen Grünmasse- und den Nährstoffträgen je Schnitt und insgesamt, die entsprechenden Werte schwanken zwischen 0,81 und 0,96.

Der Trockensubstanzgehalt steht außer der bereits erwähnten negativen Korrelation zum Grünertrag in negativer Beziehung zum Rohproteingehalt ($-0,51$ bzw. $-0,39$) und zum Phosphorsäuregehalt ($-0,67$ bzw. $-0,89$). Im 1. Schnitt ist der Einfluß des Trockensubstanzgehalts auf die

Erträge meist positiv: Grünmasse 0,20, Trockensubstanz 0,56, Rohprotein 0,39, Phosphorsäure 0,08, im 2. jedoch negativ: Grünmasse —0,90, Trockensubstanz —0,65, Rohprotein —0,72, Phosphorsäure —0,85!

Der Trockensubstanzertrag hängt immer mit den übrigen Erträgen eng zusammen, die entsprechenden Werte schwanken zwischen 0,75 und 0,93.

Beim Rohproteingehalt sind positive Beziehungen zum Phosphorsäuregehalt vorhanden: 0,51 im 1. und 0,42 im 2. Schnitt.

Alle Ertragswerte sind sowohl mit dem Grünertrag als auch mit dem entsprechenden Gehalt in der Trockensubstanz positiv korreliert, abgesehen vom Trockensubstanzertrag des 2. Schnittes (—0,65). Die Bedeutung von Grünertrag und Nährstoffgehalt wird an anderer Stelle mit Hilfe von Teilkorrelationen untersucht (s. Tab. 6).

In Tab. 3 sind Korrelationskoeffizienten beider Versuche aus einem Jahr sowie von den Gesamterträgen aus beiden Jahren zusammengefaßt ($n = 48$). Es fällt die große Variabilität des Ausgangsmaterials auf, d. h. des auf Einzelpflanzen umgerechneten Parzellenertrages der Sorten ($s\% = 31,1$). Die Samenerträge pro Pflanze (3,2 g) und pro Parzelle im Ansaatjahr (32,6 g = 10,9 g/m²) sind sehr gering, die Variationskoeffizienten dagegen sehr hoch (37,0 und 75,6). Der Grünertrag war im 1. Nutzungsjahr (18,8 kg) niedriger als im 2. (20,8 kg), weil in dem Trockenjahr 1964 der Versuch II im 1. Nutzungsjahr stärker litt als der Versuch I, der sich im 2. Nutzungsjahr befand. Auf die gleiche Ursache mag die höhere Streuung der Erträge, insbesondere der Grünerträge, zurückzuführen sein (16,4 gegenüber 6,9). Da die Beziehungen zwischen Phosphorsäuregehalt und Grünertrag enger sind als die zwischen diesem und Rohproteingehalt (vgl. Tab. 2), ist im 2. Jahr auch der Phosphorsäurertrag (31,1) höher als im 1. (27,0), während sich die Trockensubstanz- und Rohproteinerträge kaum unterscheiden. Der Carotingehalt ist sehr niedrig (3,2 bis 5,9 mg/100 g TS), weil die Art der Trocknung für die Erhaltung dieser Substanz sehr ungünstig war (Trocknung erst an der Luft, anschließend bei 70 °C im Trockenschrank); nachdem eine geeignete Methode zur Verfügung stand, wurden die Carotinuntersuchungen nachträglich in das Programm aufgenommen. Die $s\%$ -Werte liegen zwischen 18,7 und 26,3, was auf eine hohe Sortenstreuung hindeutet, denn die Abweichungen der Analysen-Einzelwerte betragen nur 2,8% und die Variabilität des Gesamtertrages (14,3) ist bedeutend höher als die der übrigen Erträge, die unter gleichen Bedingungen durch Werte zwischen 6,9 und 8,1 charakterisiert werden.

Der Einzelpflanzen-Grünertrag hat keine Beziehung zum Samenertrag, weder im gleichen Bestand (allerdings in verschiedenen Jahren), noch bei Reihensaat der Nachkommenschaft. Während die Korrelationen zwischen Einzelpflanzen-Grünerträgen und Erträgen des 1. Nutzungsjahres signifikant sind (0,31 bis 0,38), erreichen die Werte für das 2. Jahr nicht die Signifikanzgrenze (0,27); letzteres gilt auch für die negativen Koeffizienten des Carotingehalts und -ertrags. Die Korrelationen zwischen den Sortenleistungen als Einzelpflanzen und den zweijährigen Erträgen gesäter Nachkommenschaften sind schwach positiv und signifikant (0,28 bis 0,35).

Die Beziehungen zwischen Einzelpflanzen-Samenerträgen einerseits und Grünmasse- und anderen Erträgen des 1. und 2. Jahres sowie der Gesamterträge andererseits sind positiv und signifikant, abgesehen vom Carotingehalt und -ertrag im 2. Jahr. Für den 2. Schnitt treten sogar negative Werte auf (—0,42 und —0,34).

Korrelationen zwischen Samenertrag im Ansaatjahr und den Erträgen des 1. Nutzungsjahres sind recht eng (Werte um 0,7), im 2. Jahr werden sie schwächer (Werte um 0,4) und werden gegenüber den Ertragssummen aus beiden Jahren wieder deutlicher. Bei Carotin (2. Jahr) kommen neben den negativen Beziehungen im 2. Schnitt (Gehalt: —0,44, Ertrag: —0,41) nicht signifikante negative Beziehungen hinsichtlich des 1. Schnittes hinzu.

Zusammenhänge zwischen beiden Jahreserträgen an Grünmasse, Trockensubstanz, Rohprotein und Phosphorsäure kommen durch die Koeffizienten 0,46, 0,75, 0,48 und 0,50 zum Ausdruck, während sie zum zweijährigen Gesamtertrag enger sind: 0,94, 0,96, 0,94 und 0,95. Entsprechend gelten für die Relation 2. Jahr/Gesamtertrag folgende Werte: 0,72, 0,89, 0,74 und 0,72. Auch in diesen Spalten fallen die (wenn auch niedrigen) negativen Werte hinsichtlich des Carotins auf.

Der Carotingehalt ist mit den übrigen Merkmalen mehr oder weniger stark negativ korreliert, sogar zwischen dem 1. und 2. Schnitt besteht kein positiver Zusammenhang (0,12). Dagegen ist der Carotinertrag enger mit dem Gehalt verbunden als alle übrigen Erträge mit den entsprechenden Gehalten, wofür die Werte 0,92 und 0,95 sprechen. Von größter Wichtigkeit für den Carotin-Gesamtertrag ist der Gehalt des 1. Aufwuchses (0,67), während der 2. geringere Bedeutung hat (0,39). Ähnliches trifft für den Ertrag zu (0,78 bzw. 0,50). Weiterhin bestehen zwischen dem Carotinertrag und den anderen Erträgen des gleichen Jahres positive Beziehungen (etwa 0,40). Das gilt auch für den 1. Schnitt, während der 2. mit den Erträgen des 1. Jahres und den zweijährigen Summen negativ korreliert ist (etwa —0,40). Zwischen dem Gesamtertrag an Carotin und den anderen Erträgen bestehen lediglich im gleichen Jahr positive Verhältnisse (0,40), während sie gegenüber dem 1. Jahr und den Summen aus beiden Jahren nicht signifikant sind.

Hinsichtlich der Jahreserträge gehen aus den Tabellen 2 und 3 die gleichen Beziehungen hervor. Während die Streuungen auf Grund unterschiedlicher Beobachtungszahlen voneinander abweichen, trifft das für die Korrelationskoeffizienten nicht zu. Die Beziehungen zwischen dem Gehalt an Carotin und anderen Substanzen wurden an Material des 1. Aufwuchses überprüft:

Carotingehalt zu	r
Trockensubstanzgehalt	0,40
Rohproteingehalt	0,24
Phosphorsäuregehalt	—0,59

Da Rohfaserbestimmungen nur am Material eines Versuches vorgenommen werden konnten ($n = 24$), erfolgt die Darstellung einiger diesbezüglicher Korrelationen in Tabelle 4 (Abweichungen der Analysen-Einzelwerte: 2,5%). Die Trockensubstanzerträge entsprechen denen der Tab. 3, die $s\%$ -Werte sind jedoch geringer. Da der 1. Aufwuchs stets im Knospenstadium, der 2. in der Vollblüte geerntet wurde

Tabelle 3. Korrelationskoeffizienten zwischen

		Einzelpflanzen- ertrag (g)		Samen (g) Ansaatjahr	1. Nutzungsjahr			
		Grünm.	Samen		Grünm. kg	TS kg	Rohpr. kg	P ₂ O ₅ g
\bar{x}		241,0	3,2	32,6	18,8	3,9	0,8	27,0
$s\%$		31,1	37,0	75,6	16,4	12,3	15,6	22,9
Samen	Einzelpfl. Ansaatjh.	0,16 0,16	0,59					
2. Nutzungsjahr	1. Nutzungs- jahr	Grünmasse	0,38	0,51	0,73			
		TS	0,31	0,53	0,69	0,93		
		Rohpr.	0,34	0,53	0,75	0,96	0,94	
		P ₂ O ₅	0,33	0,43	0,73	0,94	0,86	0,94
		Grünmasse	0,13	0,41	0,28	0,46	0,63	0,47
		TS	0,18	0,46	0,43	0,62	0,75	0,61
		Rohpr.	0,22	0,38	0,31	0,44	0,58	0,48
		P ₂ O ₅	0,24	0,45	0,40	0,60	0,69	0,60
	Carotin- gehalt	I. Schnitt	-0,03	0,09	-0,23	-0,19	-0,15	-0,15
		II. Schnitt	-0,24	-0,42	-0,44	-0,61	-0,55	-0,54
	Carotin- ertrag	I. Schnitt	-0,02	0,18	-0,20	-0,06	0,02	-0,03
		II. Schnitt	-0,18	-0,34	-0,41	-0,54	-0,45	-0,48
		Gesamt	0,06	0,13	-0,09	-0,01	0,10	0,04
	1. + 2. Nutzungs- jahr	Grünmasse	0,35	0,55	0,67	0,94	0,96	0,92
		TS	0,28	0,54	0,64	0,87	0,96	0,87
		Rohpr.	0,34	0,54	0,68	0,90	0,93	0,94
		P ₂ O ₅	0,34	0,49	0,71	0,94	0,91	0,94

r_{max} bei α 5% = 0,27 — r_{max} bei α 1% = 0,35 — r_{max} bei α 0,1% = 0,44.

und der 3. den Blühbeginn erreichte, beträgt der Rohfasergehalt 18%, 30% und 23%. Die Variabilität ist generell sehr gering, weil es sich nur um ein Jahr und einen Versuch handelt.

Vom 1. und 2. Schnitt sind die Trockensubstanzerträge positiv miteinander korreliert (0,38), was aus Tab. 2 nicht hervorgeht (—0,10). Zum Rohfasergehalt bestehen keine Beziehungen (1. Schnitt —0,17, 2. Schnitt —0,05), während der Rohfaserertrag deutlich vom Trockensubstanzertrag abhängt (0,69 bzw. 0,61).

Zwischen dem Rohfasergehalt und den meisten übrigen Merkmalen ist die Verbindung nur lose, lediglich zum Rohfaserertrag wird sie deutlich (0,56 und 0,74). Interessant sind ferner die (wenn auch

nicht signifikanten) Werte —0,34 und —0,31 für das Verhältnis Rohfasergehalt des 1. Schnittes zum Jahresertrag an Rohprotein und Phosphorsäure. Der Rohfaser-Gesamtertrag hängt nicht vom Gehalt des 1. Schnittes ab (—0,05), sondern vom Gehalt des 2. (0,51); so beeinflusst der 1. Schnitt den Gesamtertrag weniger (0,52) als der 2. (0,80). Insgesamt betrachtet ist der Rohfaserertrag mehr oder weniger deutlich mit den übrigen Erträgen verbunden (Rohprotein 0,55, Phosphorsäure 0,54 und Carotin 0,39). Die Korrelationen zwischen den Erträgen an Rohprotein, Phosphorsäure und Carotin stimmen mit denen der Tab. 2 und 3 überein.

Zwischen Rohfasergehalt und dem Gehalt der übrigen Stoffe ergeben sich an Material des 1. Schnittes nur schwache Zusammenhänge negativer Art:

Tabelle 4. Korrelationskoeffizienten zwischen Jahreserträgen und Rohfasergehalt

		Trockensubstanzertrag (kg)			Rohfasergehalt (%)		Rohfaserertrag (kg)			Rohprotein (kg)	Phosphor- säure (g)
\bar{x}		1,3	1,5	3,9	18,0	30,0	0,2	0,4	0,9	0,8	31,8
$s\%$		5,9	5,5	5,2	5,8	6,4	7,8	8,0	5,8	6,8	5,3
Schnitt		I	II	Gesamt	I	II	I	II	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Trockensubstanz- ertrag	II	0,38									
	Gesamt	0,68	0,80								
Rohfaser- gehalt	I	-0,17	-0,20	-0,21							
	II	0,28	-0,05	0,03	-0,10						
Rohfaser- ertrag	I	0,69	0,19	0,39	0,56	0,15					
	II	0,47	0,61	0,53	-0,22	0,74	0,23				
	Gesamt	0,68	0,63	0,81	-0,05	0,51	0,52	0,80			
Rohprotein Phosphorsäure Carotin	Gesamt	0,54	0,68	0,86	-0,34	-0,12	0,17	0,33	0,55		
	Gesamt	0,52	0,71	0,77	-0,31	-0,10	0,21	0,38	0,54	0,77	
	Gesamt	0,52	0,47	0,46	0,03	-0,06	0,45	0,27	0,39	0,44	0,44

r_{max} bei α 5% = 0,40 — r_{max} bei α 1% = 0,51 — r_{max} bei α 0,1% = 0,63.

Jahreserträgen und Carotingehalt

2. Nutzungsjahr									1. + 2. Nutzungsjahr			
Grünm. kg	TS kg	Rohpr. kg	P ₂ O ₅ g	Carotingehalt (mg/100 g)		Carotinertrag (mg)			Grünm. kg	TS kg	Rohpr. kg	P ₂ O ₅ g
				I. Schn.	II. Schn.	I. Schn.	II. Schn.	Gesamt				
20,8	3,8	0,8	31,1	5,9	3,2	78,8	46,9	178,0	39,5	7,7	1,6	58,1
6,9	6,9	7,9	8,1	18,7	26,3	23,6	26,2	14,3	10,0	9,0	10,4	13,4

0,91												
0,85	0,86											
0,81	0,86	0,76										

0,13	0,01	0,11	0,02									
-0,33	0,40	-0,22	-0,36	0,12								

0,43	0,31	0,35	0,29	0,92	0,05							
-0,16	-0,21	-0,05	-0,20	0,16	0,95	0,14						
0,47	0,38	0,44	0,40	0,67	0,39	0,78	0,50					

0,72	0,81	0,65	0,76	-0,10	-0,60	0,10	-0,48	0,15				
0,78	0,89	0,72	0,80	-0,09	-0,53	0,13	-0,38	0,21	0,96			
0,68	0,79	0,74	0,74	-0,07	-0,50	0,11	-0,39	0,20	0,94	0,94		
0,52	0,68	0,52	0,72	-0,22	-0,57	-0,05	-0,50	0,03	0,92	0,88	0,91	

Rohfasergehalt zu	r
Trockensubstanzgehalt	-0,32
Rohproteingehalt	-0,24
Phosphorsäuregehalt	-0,09
Carotingehalt	-0,22.

Tabelle 5. Korrelationen zwischen Inhaltsstoffen während der Vegetationsperiode

	Blätter	Stengel
Phosphorsäuregehalt/Rohproteingehalt	0,80 + + +	0,84 + + +
Phosphorsäuregehalt/Carotingehalt	0,05	0,02
Rohfasergehalt/Carotingehalt	-0,28	-0,14
Rohfasergehalt/Rohproteingehalt	-0,86 + + +	-0,45
Rohfasergehalt/Phosphorsäuregehalt	-0,48	-0,70 + +

Während die bisher behandelten Ergebnisse aus der Variabilität von Sorten resultieren, enthält Tab. 5 Rangkorrelationen, welche auf Grund entwicklungsbedingter Variation des Materials einer Sorte zustande kamen. Wir entnahmen aus einem Bestand von April bis Ende Oktober aller 10 Tage eine Probe. So konnten die Schwankungen während der ganzen Vegetationszeit ermittelt und entsprechende Korrelationen berechnet werden. Infolge sofortiger künstlicher Trocknung betrug der Carotingehalt durchschnittlich 20 mg/100 g TS. Der 1. Aufwuchs wurde letztmalig im Knospenstadium und der 2. in der Vollblüte geschnitten. Die Zahl der Proben betrug 18; da sich jedoch nicht in allen Fällen die gleiche Anzahl von Analysen-Werten ergab, schwanken die Zufallshöchstwerte und die Signifikanz wird in der Tabelle vermerkt.

Es zeigt sich, daß in Blättern und Stengeln die gleichen Veränderungen vorstatten gehen. Die Koeffizienten sind bei Phosphorsäure/Rohprotein (positiv) sowie Rohfaser/Rohprotein (negativ) bedeutend höher als im Sortenversuch und hinsichtlich Rohfaser/Phosphorsäure nur in der Blattmasse signifikant negativ, während Phosphor-

säure und Carotin völlig unabhängig voneinander variieren.

Erträge an Nähr- und Mineralstoffen sind durch die Massenleistung einerseits und durch den entsprechenden Gehalt andererseits bedingt, wobei die Frage interessiert, welche Komponente den größeren Einfluß ausübt. Entsprechend Tabelle 2 werden die Erträge an Inhaltsstoffen vom Grün- und Trockensubstanzertrag beeinflusst. Da ersterer aber einfacher zu ermitteln ist, wurde das Problem mit Hilfe von Teilkorrelationskoeffizienten untersucht, die in Tab. 6 dargestellt sind. Es bedeutet z. B. TS-Ertrag/Grünmasse die Teilkorrelation unter Ausschaltung des

Tabelle 6. Teilkorrelationen für die Abhängigkeit der Erträge an Inhaltsstoffen vom Gehalt und der Grünmasse

	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
TS-Ertrag/Grünmasse	0,98	0,92	0,97
TS-Ertrag/TS-Gehalt	0,93	0,76	0,85
Rohproteintrag/Grünmasse	0,92	0,90	0,69
Rohproteintrag/Rohproteingehalt	0,39	0,58	0,19
Phosphorsäureertrag/Grünmasse	0,94	0,88	0,81
Phosphorsäureertrag/Phosphorgehalt	0,75	0,66	0,50
Carotinertrag/Grünmasse	0,84	0,66	0,63
Carotinertrag/Carotingehalt	0,97	0,98	0,82

TS-Gehalts, TS-Ertrag/TS-Gehalt die Ausschaltung der Grünmasse.

Die Erträge der meisten Inhaltsstoffe sind in allen 3 Schnitten durch den Grünertrag stärker bedingt als durch den betreffenden Gehalt. Den geringsten Einfluß hat der Rohproteingehalt, es folgen der Phosphorsäure- und Trockensubstanzgehalt, während der Carotingehalt den entsprechenden Ertrag am stärksten beeinflusst.

Diskussion

Mehrjährige Prüfungen von Sorten aus der Sowjetunion bestätigten die alte Erfahrung des Luzernebaues, daß bodenständige Formen die höchsten Erträge liefern. Obwohl das Material aus anderen Gebieten mit unterschiedlichen Boden- und Klimabedingungen im Ertrag abfällt, können einzelne Sorten auf Grund ihres hohen Gehalts an Rohprotein, Phosphorsäure oder Carotin in der Kombinationszüchtung Bedeutung erlangen, wobei der geringe Samenertrag allerdings störend wirkt.

Aus dem europäischen Teil der Sowjetunion stammten die meisten geprüften Sorten. Da diese auf westeuropäisches Material sowie solches aus Zentralasien zurückgehen (SINSKAJA, 1950), dürfte den ermittelten Korrelationen eine allgemeine Bedeutung für *M. media* zukommen. Die Darstellung in mehreren Tabellen und die unterschiedliche Zahl der Beobachtungswerte ermöglichen die Überprüfung mancher Koeffizienten. Sie stimmen weitestgehend überein, lediglich eine Beziehung für die TS-Erträge des 1. und 2. Schnittes (Tab. 4: +0,38) wurde infolge Zusammenfassung zweier Jahre verwischt (Tab. 2: -0,10).

Zwischen Erträgen vom 1. und 2. Schnitt eines Jahres fanden KEPPLER und STEUCKARDT (1962) Korrelationskoeffizienten von 0,61 und 0,47, PANSE (1942) den Wert 0,57 für den Pflanzenertrag und 0,33 für den Rohproteinertrag. In unseren Versuchen ergaben sich solche Beziehungen nicht, abgesehen vom Phosphorsäurertrag (0,26); dagegen waren die Grün- und Nährstoffserträge des 2. und 3. Schnittes durch Werte von 0,4 bis 0,7 miteinander korreliert. Dadurch wird die Beobachtung bestätigt, daß sich die Sorten in ihrem Nachtriebvermögen sehr stark unterscheiden, während am 1. Aufwuchs keine Wachstumsunterschiede zu erkennen waren. Die Vermutung ZIMMERMANNs (1960a) über die Abhängigkeit der Jahresernte von den einzelnen Schnitten konnte bestätigt werden, jedoch war der Grünertrag eines Jahres in seiner Variabilität stärker vom 2. Aufwuchs abhängig, obwohl dieser etwa nur die Hälfte des Ertrages des 1. Aufwuchses lieferte. Die Trockensubstanzerträge zweier Jahre waren bei KEPPLER und STEUCKARDT durch 0,77 korreliert, was mit unserem Ergebnis (0,75) sehr gut übereinstimmt, obwohl es sich um verschiedene Jahre handelte.

Wenn SCHWEIGER (1967) bei Futterkohl zwischen dem Trockenmasseertrag und -gehalt keine Beziehung fand, so variieren bei Luzerne beide Merkmale im 1. Schnitt gleichsinnig, im 2. jedoch gegensinnig. Negative Beziehungen zwischen dem Rohprotein- bzw. Phosphorsäuregehalt einerseits und dem Trockensubstanzgehalt andererseits warnen den Züchter vor einseitiger Selektion auf das letztere Merkmal,

wichtiger ist die Selektion auf hohen Trockensubstanzertrag.

Nach MENGEL (1965) liegt das Eiweiß in den stoffwechselaktiven Organen hauptsächlich als Enzymeiweiß vor; da andererseits die Phosphorsäure eine wichtige Rolle in der Eiweißsynthese und im Energiehaushalt spielt (RUBIN, 1965), werden die positiven Korrelationen zwischen dem Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt verständlich. Sie sind im 1. Schnitt enger als im 2., am deutlichsten jedoch durch vegetationsbedingte Schwankungen ausgeprägt. Hier zeigt sich die gleiche Tendenz wie bei SALLEE u. Mitarbeitern (1959), die durch wachsende Phosphatgaben den Rohproteingehalt erhöhen konnten.

PANSE ermittelte an Zuchtstämmen aus Mitteleuropa eine Korrelation von 0,27 zwischen dem Futter- und Samenertrag der Einzelpflanzen; in eigenen Untersuchungen (TELLELM, 1967) war die Abhängigkeit enger (0,43 und 0,66). SPANIER (1963) fand zwischen dem Samenertrag von Einzelpflanzen und deren Stengellänge bzw. -zahl an 11 Sorten Korrelationskoeffizienten zwischen -0,02 und +0,79. Betrachtet man letztere Merkmale als Maß der Pflanzenmasse, so hat diese bei verschiedenen Populationen unterschiedlichen Einfluß auf den Samenertrag. Bildet man jedoch von vielen Sorten Einzelpflanzen-Durchschnittswerte und vergleicht diese, so ist die Beziehung nicht festzustellen (0,16). Andererseits war bei Drillsaat der Samenertrag mit dem Eiweißertrag enger korreliert (0,75) als bei PANSE an Einzelpflanzen (0,29).

Da zwischen Drillsaat und Pflanzung der vorhergehenden Generation ohne Wiederholung nur eine recht lose Beziehung besteht (0,38), kann die Pflanzung lediglich bei umfangreichem Material und starker Heterogenität gewisse Hinweise auf die Leistungsfähigkeit einer Herkunft im Sinne einer Vorauslese geben. Deutlicher werden die Beziehungen zwischen den Trockensubstanzerträgen des 1. und 2. Nutzungsjahres (0,75) und noch enger zwischen dem Ertrag eines Jahres und dem zweijährigen Gesamtertrag. So kann für die Selektion unter günstigen Umständen ein Jahresertrag an Grünmasse genügen, vor allem dann, wenn die Anlage als Blanksaat erfolgte und Samennutzung im Ansaatzjahr möglich war.

Im Gegensatz zu der Relation zwischen Rohprotein- und Phosphorsäuregehalt, die sogar zwischen verschiedenen Schnitten deutlich positiv war, bildet der Carotingehalt eine Ausnahme, denn die Schnitte sind in dieser Hinsicht nicht miteinander korreliert. Die gleichsinnigen Schwankungen der Erträge an Trockensubstanz, Rohprotein, Phosphorsäure und Carotin sind auf deren Abhängigkeit von der Grün- bzw. Trockenmasse zurückzuführen, wobei die Carotin-Werte niedriger liegen als die übrigen. Bezüglich des Carotingehalts fanden die von SMIRNOVA-ISKONNIKOVA (1950) und von ZEINER (1961) festgestellten Sortenunterschiede ihre Bestätigung. Die erstere Autorin fand größere Sortenunterschiede am 1. Aufwuchs von Einzelpflanzen (allerdings ohne Angabe des Entwicklungszustandes); demgegenüber ergab sich in eigenen Versuchen nach Drillsaat größere Variabilität des 2. Aufwuchses zur Zeit der Blüte (der 1. Schnitt erfolgte im Knospenstadium). Die negative Beziehung zwischen Carotin- und Phosphorsäuregehalt (-0,59) bestätigt Angaben von GISIGER

(1965), wonach steigende Gaben von Phosphorsäure eine Abnahme des Carotingehaltes bewirkten. Nach NEHRING (1965) und FOCKE u. a. (1966) erhöhte sich der Carotingehalt infolge N-Düngung, und HASLE und SCHNETZER (1964) sowie STÄHLIN und SKIRDE (1963) berichteten, daß der Roheiweiß- und Carotingehalt gleichsinnig variieren; in dieser Hinsicht fanden wir nur einen schwach positiven Wert (0,24).

Da die qualitätsbedingenden Inhaltsstoffe in sehr lockerem negativem Verhältnis zum Rohfasergehalt stehen ($-0,09$ bis $-0,24$), scheint die Gefahr der indirekten negativen Beeinflussung dieses Merkmals gering zu sein, um so mehr, als enge negative Korrelationen zwischen dem Rohfasergehalt einerseits und dem P- bzw. N-Gehalt andererseits während der Entwicklung bestehen. Der Umstand, daß der Rohfaserertrag im gleichen Sinne schwankt wie die übrigen Erträge, ist durch die Verbindung über den Grün- bzw. Trockensubstanzertrag zu erklären. HEINRICHS und TROELSEN (1965) konnten an Einzelpflanzen für den Rohprotein- und Rohfasergehalt die Koeffizienten $-0,98$ (Blätter) und $-0,45$ (Stengel) ermitteln, was mit unseren Ergebnissen bezüglich der Variation während der Vegetationszeit gut übereinstimmt ($-0,86$ und $-0,45$).

Hinsichtlich der Inhaltsstoffe stimmen die während der Vegetation gefundenen Korrelationen nur teilweise mit denen aus Sortenvergleichen überein. Unter den zuerst genannten Bedingungen kommen die positiven Beziehungen zwischen Phosphorsäure und Rohprotein sowie die negativen zwischen Rohfaser und Rohprotein klarer zum Ausdruck, während im Sortenversuch Phosphorsäure- und Carotingehalt gegensinnig variieren ($-0,59$). Rohfaser- und Phosphorsäuregehalt schwankten nur während der Entwicklung gegensinnig.

Nach RUDOLF (1959) sind die Trockenmasse der Einzelpflanzen und ihr Rohproteinерtrag sehr eng miteinander korreliert und PANSE (1942) spricht bei der Eiweißertragsbildung vom dominierenden Einfluß des Pflanzenertrages. Diese Schlußfolgerung läßt sich auf den Grünertrag im Zusammenhang mit den Erträgen an Trockensubstanz, Rohprotein und Phosphorsäure erweitern, denn die diesbezüglich berechneten Teilkorrelationen zeigten in allen Schnitten den größeren Einfluß der Grünmasse gegenüber dem Gehalt der betreffenden Substanzen. Dieser dürfte also durch einfache Selektion auf Grünmasse kaum negativ beeinflußt werden. Negative Beziehungen zwischen Rohprotein- bzw. Phosphorsäuregehalt einerseits sowie Trockensubstanzgehalt andererseits lassen die einseitige Selektion auf letzteres Merkmal als unzweckmäßig erscheinen.

Eine gewisse Ausnahme bildet das Carotin, weil es weitgehend unabhängig von den übrigen Substanzen schwankt und sein Ertrag vom Gehalt stärker abhängt als vom Grünertrag.

Falls bei Luzerne Qualitätszüchtung betrieben werden soll, so dürften Erfolge am ehesten hinsichtlich des Carotingehalts zu erreichen sein, weil seine Variabilität am größten ist. Die negative Korrelation zum Phosphorsäuregehalt gibt Veranlassung, auch dieses Merkmal zu erfassen. Seine Variabilität ist höher als die des Rohproteingehalts, der auch über die Selektion auf hohen P-Gehalt verbessert

werden kann. Am schwierigsten ist sicher die Erhöhung des Rohproteingehalts, da er kaum variiert.

Zusammenfassung

An Luzernesorten aus der DDR und 125 Herkünften aus der Sowjetunion wurden die Ertragsleistung und korrelative Beziehungen zwischen den Inhaltsstoffen untersucht.

Im Ertrag bestand zwischen der parzellenweisen Pflanzung der Sorten und dem Anbau der Nachkommenschaft in Drillsaat eine weite Korrelation, so daß die Pflanzung nur dann zu empfehlen ist, wenn bei sehr umfangreichem, heterogenem Material eine Vorauslese getroffen werden soll. Einjährige Grünnutzung kann für die Selektion ausreichend sein, vor allem nach Blanksaat und Samennutzung im Ansaatjahr.

Die infolge entwicklungsbedingter Schwankungen von Inhaltsstoffen gefundenen Beziehungen stimmten nur teilweise mit den Ergebnissen von Sortenuntersuchungen überein; einige Resultate anderer Autoren aus Düngungsversuchen konnten bestätigt werden.

Auf Grund der berechneten Korrelationen ist keine qualitative Verschlechterung des Futters infolge einseitiger Selektion auf Grünmasse zu befürchten. Dieses Merkmal war von größerem Einfluß auf die Erträge an Trockensubstanz, Rohprotein und Phosphorsäure als der entsprechende Gehalt; lediglich der Ertrag an Carotin hing vom Grünertrag weniger stark ab als vom Carotingehalt.

Die Schwankungen im Gehalt nahmen vom Carotin über Phosphorsäure zum Rohprotein ab, so daß die Erhöhung des Carotingehalts am einfachsten, des Rohproteingehalts dagegen am schwierigsten sein dürfte.

Literatur

1. BELLMANN, K.: Der Futterwert von diploidem und tetraploidem Rotklee und einige Möglichkeiten zu seiner Verbesserung durch die Züchtung. *Der Züchter* **36**, 126–135 (1966). — 2. FOCKE, R., W. FRANZKE und A. WINKEL: Vergleichende Betrachtungen über die photoperiodische Reaktion von Mais, Luzerne und Hafer unter dem Einfluß von Stickstoffgaben. *Albrecht-Thaer-Archiv* **10**, 815–828 (1966). — 3. GISIGER, L.: Die Düngung im Futterbau. In: *Handbuch d. Pflanzenernährung u. Düngung*, Bd. 3/1. Wien-New York 1965. — 4. HASLE, A., und H. L. SCHNETZER: Der Carotingehalt als Funktion des Roheiweißgehaltes, dargestellt an Italienisch-Rai-gras und Rotklee. *Schweiz. landwirtsch. Forsch.* **3**, 329–337 (1964); zit. n. *Landw. Zentralblatt, Pflanzl. Produktion*, 1965, Nr. 7, S. 1765. — 5. HEINRICHS, D. H., und J. E. TROELSEN: Variability of chemical constituents in an alfalfa population. *Canadian J. Plant Sci.* **45**, 405–412 (1965). — 6. KEPPLER, E., und R. STEUCKARDT: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der individuellen Leistung von Luzerneklonen (*Medicago med. L.*) und ihren aus freier bzw. gelenkter Bestäubung hervorgegangenen Nachkommenschaften. *Der Züchter* **32**, 59–71 (1962). — 7. KLAPP, E., und H. G. KMOCH: Zum Anbauwert verschiedener ausländischer Luzerneherkünfte. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* **116**, H. 2 (1962). — 8. LEITZKE, B.: Qualitätseigenschaften von Futterpflanzen. *Vorträge für Pflanzenzüchter*, Nr. 8, 53–67. Frankfurt/Main: DLG-Verlag 1964. — 9. MENGEL, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 2. Aufl. Jena: VEB Gustav-Fischer-Verlag 1965. — 10. NEHRING, K.: Probleme der Eiweißernährung und Eiweißversorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere. *Sitzungsber. d. DAL*, XII, H. 3, 5–37 (1963). — 11. NEHRING, K.: Dün-

- gung, Qualität und Futterwert. In: Handbuch d. Pflanzenernährung u. Düngung, Bd. 3/2. Wien/New York 1965. — 12. PANSE, E.: Möglichkeiten der Steigerung der Eiweißleistung bei Luzerne durch Züchtung auf hohen Eiweißgehalt. *Z. Pflanzenzüchtg.* **24**, 229–274 (1942). — 13. RUBIN, B. A.: Pflanzenphysiologie und Züchtung (russ.). *Vestnik selskoxosajstvennoj nauki*, Nr. 8, 1–11 (1965). — 14. RUDOLF, W.: Formenmannigfaltigkeit und Variabilität der Werteigenschaften. In: Luzerne-Arten. *Handb. d. Pflanzenzüchtung*, IV. Berlin/Hamburg 1959. — 15. SALLEE, W. R., A. ULRICH, W. E. MARIN and B. A. KRANTZ: High phosphorus for alfalfa. *Calif. Agric.* **13**, 7–8 (1959); zit. nach Th. HOFFMANN, H. POHLER und W. SCHÖBERLEIN: Luzernefutter- und Luzernesamenbau. *Fortschrittsber. f. d. Landwirtschaft* Nr. 16. Deutsche Akademie d. Landwirtschaftswiss. z. Berlin (1965). — 16. SCHIEBLICH, J., und J. SPANIER: Der Anbauwert ausländischer Luzernesorten, untersucht an importiertem Saatgut. *Z. landw. Versuchs- u. Untersuchungswesen* **9**, 39–52 (1963). — 17. SCHWEIGER, W.: Untersuchungen über Ertrags- und Selektionsmerkmale bei Futterkohl (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* D. C.). *Der Züchter* **37**, 64–74 (1967). — 18. SINSKAJA, E. N.: Luzerne — *Medicago* L. (russ.). In: *Kulturnaja Flora SSSR*, XIII, Nr. 1. Moskau-Leningrad 1950. — 19. SMIRNOVA-ISKONNIKOVA, M. I.: Chemische Zusammensetzung (russ.). In: *Luzerne — Medicago* L. *Kulturnaja Flora SSSR*, XIII, Nr. 1. Moskau-Leningrad 1950. — 20. SPANIER, J.: Untersuchungen über den Samenansatz ausländischer Luzernesorten in Beziehung zur Befruchtungsform und einigen morphologischen Merkmalen. *Der Züchter* **33**, 174–180 (1963). — 21. STÄHLIN, A., und W. SKIRDE: Zum Futterwert verschiedener ausländischer Luzerneherkünfte. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* **118**, 166–185 (1963). — 22. TELLHELM, E.: Kraftmessungen bei der Auslösung von Luzerneblüten im Hinblick auf die Steigerung des Samenertrages. *Albrecht-Thaer-Archiv* **11**, 583–589 (1967). — 23. TISDALE, S. L., R. L. DAVIS, A. F. KINGSLEY and E. T. MERTZ: Methionine and cystine content of two strains of alfalfa as influenced by different concentrations of the sulfate ion. *Agronomy Journal* **42**, 221–225 (1950). — 24. WUTH, E.: Vergleichende Untersuchungen an Rotklee- und Luzerneherkünften und deren Leistungsfähigkeit in verschiedenen Lagen Thüringens. *Z. landw. Versuchs- u. Untersuchungswesen* **8**, 90–106 (1962). — 25. ZEINER, W. F.: Die züchterische Bearbeitung der Luzerne in Südafrika. *Saatgutwirtschaft* **2**, 43–44 (1961). — 26. ZIMMERMANN, K. F.: Korrelationen bei Feldversuchen mit mehrjährigen Futterpflanzen. *Z. landw. Versuchs- u. Untersuchungswesen* **6**, 429–436 (1960a). — 27. ZIMMERMANN, K. F.: Qualitätsprobleme in der Futterpflanzenzüchtung. *Qualitas plantarum et materiae vegetabiles* VII, 139–146 (1960b).