

somenzahl und Geninhalt nicht genau reproduzieren, Voraussetzungen, auf denen die Regeln der Mendelvererbung beruhen. Bei der Vermehrung und Auslese tetraploider Zuckerrüben muß die beschriebene Art der zahlenmäßigen Chromosomenreproduktion berücksichtigt werden.

#### Literature

1. BOSEMARK, N. O.: On the origin and consequences of aneuploidy in triploid and tetraploid sugar beet. I.I.R.B., 28th Winter Congress, Brussels, Paper No. 35 (1965). — 2. ELLERTON, S., and A. J. T. HENDRIKSEN: Note on the probable cause of the occurrence of tetraploid plants in commercial triploid varieties of sugar beet. *Euphytica* **8**, 99–103 (1959). — 3. FELTZ, H.: Untersuchungen an diploiden und polyploiden Zuckerrüben. *Z. Pflanzenzüchtung* **32**, 275–300 (1953). — 4. FISCHER, H. E.: Über Vorkommen und Bedeutung verschiedener Genomstufen bei *Beta vulgaris* L. *Der Züchter* **32**, 40–48 (1962). — 5. LEVAN, A.: The effect of chromosomal variation in sugar beets. *Hereditas* **28**, 345–399 (1942). — 6. LINDELAURSEN, I.: Studies in cytology and fertility of polyploid and aneuploid beet. Royal Veterinary and Agricultural College, Copenhagen, Denmark, Yearbook, pp. 93–120 (1964). — 7. MOCHIZUKI, A.: Genetic and cytological studies on the genus *Beta*. V. Production of triploid seeds. Improvement of sugar beets by means of triploidy, Kyoto University, Kyoto, Japan, pp. 14–39 (1953). —

8. MÜNTZING, A.: Cyto-genetic properties and practical value of tetraploid rye. *Hereditas* **37**, 17–84 (1951). — 9. O'MARA, J.: Meiosis in autotetraploid *Secale cereale*. *Bot. Gazette* **104**, 563–575 (1943). — 10. RANDOLPH, L. E.: Cytogenetics of tetraploid maize. *J. Agr. Research* **50**, 591–605 (1935). — 11. ROMMEL, MECHTILD: Aneuploidy, seed set and sterility in artificially induced autotetraploid *Hordeum vulgare* L. *Can. J. Genet. Cytol.* **3**, 272–282 (1961). — 12. ROMMEL, MECHTILD: Some cytogenetic properties of autotetraploid varieties of sugar-beet. *Nature* **198**, 1327–1328 (1963). — 13. ROMMEL, MECHTILD: Cytogenetics of autotetraploid sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Part I: Tetraploid varieties. *Der Züchter* **35**, 219–222 (1965). — 14. ROMMEL, MECHTILD: A self-fertile polyhaploid plant in an autotetraploid variety of sugar beet. *Nature*. In press (1966). — 15. ROSENDAHL, GERTRAUD: Cytologische Untersuchungen an tetraploiden Gersten. *Kühn-Archiv* **60**, 238–252 (1944). — 16. SAVITZKY, HELEN: Polyploid sugar beets. — Cytological study and methods of production. *Proc. Am. Soc. Sugar Beet Tech.* VIIth General Meeting, pp. 470–476 (1952). — 17. SCHNEIDER, H.: Ursachen und Folgewirkungen des Vorkommens di-, tri- und aneuploider Individuen in tetraploidem Zucht- und Vermehrungsmaterial von *Beta*-Rüben. *Diss. Hochsch. Landwirtsch. Bernburg*, Ref. des Verfassers (1964). — 18. THOENES, TH.: Personal communications (1965). — 19. TJIO, J. H., and A. LEVAN: The use of oxyquinoline in chromosome analysis. *Anales Est. Exp. Aula Dei* **2**, 21–65 (1950).

## Der Futterwert von diploidem und tetraploidem Rotklee und einige Möglichkeiten zu seiner Verbesserung durch die Züchtung

K. BELLMANN

Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

### Food value of diploid and tetraploid red clover and some possibilities of improvement through breeding

**Summary.** 1. In field and pot experiments the quality of diploid and tetraploid red clover (4n synthetic and two 4n breeding stocks) was evaluated. In comparisons with the diploid standard variety 'Marino' the following statements can be made for the tetraploid material:

a) The advantage of higher proportion of leaves in dry matter is reduced by their slightly smaller content of protein and the slightly increased content of crude fibre.

b) The proportion of stems was lower because of their reduced number. However, the quality of the stem dry matter was better (more protein, less crude fibre).

c) During the whole growth period, a unit of green matter contained the same amount of protein and crude fibre, but more water and fewer carbohydrates.

d) During the entire vegetative phase, the yield of crude protein was increased at the rate of 1 dt/ha and was maximal at the onset of flowering.

e) During development, the yield of crude fibre increased only gradually and remained comparatively lower. A slowed progress of wood formation in the stems could not be demonstrated. The rise of dry matter content in the stem was distinctly slower.

f) The amount of the mineral substances nitrogen, calcium and phosphorus was tested. Given sufficient water content in the soil, the content of phosphorus, especially in the leaves and roots, was distinctly higher. In both, diploid and polyploids, the amount of mineral substances in the dry matter rose with increased water content in the soil. The degree of the rise was the same in diploids and polyploids. Improvement in yield of dry matter led simultaneously to a rise in yield of mineral

substances (N, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), but only up to 50–75 per cent.

g) The relation between uptake of mineral substances and water loss (transpiration), and between uptake of mineral substances and production of dry matter was nearly the same in diploids and tetraploids.

2. A further increase in the protein yield is possible by increasing the comparatively low number of leaves of the tetraploid clover. It is advisable to reduce the amount of leaf stalks by selection; the total content of dry matter and the content of protein in the total dry matter would thus be increased.

3. 36 tetraploid strains of the old breeding material from the Institute of Plant Breeding, Groß-Lüsewitz were compared with the diploid variety 'Marino'. In this comparison it was found, that more than 80 per cent of all 4n strains had a higher content of crude and pure protein, that more than 74 per cent possessed less crude fibre, that about 50 per cent of all strains had more calcium, and that all breeding stocks contained distinctly more phosphorus in the total dry matter than the diploid variety 'Marino'. Unfortunately, in no case was the dry matter content found to be higher than in the diploid variety.

Nachdem früher über die Unterschiede in der Stoffproduktion zwischen der diploiden Rotkleeart 'Marino' und einigen tetraploiden Stämmen des älteren Groß-Lüsewitzer Zuchtmaterials berichtet worden ist (BELLMANN 1958, 1961, 1962a, b; BELLMANN und MEINL, 1961), soll nunmehr das Ergebnis von Untersuchungen über den Gehalt an futterwert-

bestimmenden Inhaltsstoffen von diploidem und tetraploidem Rotklee mitgeteilt und versucht werden, einige Möglichkeiten zur Verbesserung des Futterwertes von Rotklee durch die Züchtung zu zeigen.

Wir haben in unsere Untersuchungen den Eiweiß-, Rohfaser-, Kalk- und Phosphorsäuregehalt einbezogen.

Der Mineralstoffgehalt des Grünfutters hängt nicht nur von der Nährstoffversorgung des Bodens, sondern auch von seiner Feuchtigkeit ab. Da für tetraploiden Rotklee Besonderheiten der Stoffproduktion und des Wasserhaushaltes bei verschiedenem Bodenwasser-gehalt von uns nachgewiesen worden sind, gingen wir bei den Valenzstufenvergleichen der Beziehung zwischen Mineralstoffgehalt in der Trockensubstanz und der Bodenfeuchte nach. Dabei wurde das Versuchsmaterial auch in pflanzenphysiologischer Sicht ausgewertet.

**Material und Methode**

**Versuche zur Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes in der Frischmasse sowie des Eiweiß- und Rohfasergehaltes in der Trockenmasse aus Feldbeständen**

In den Jahren 1955–1959 wurden in wöchentlichem Abstand aus Beständen von diploidem und tetraploidem Rotklee ('Marino', 4x synthetische Sorte) Proben zur Bestimmung der Inhaltsstoffe in den Pflanzenorganen Blatt und Stengel entnommen. Diese laufenden Probenahmen während der Entwicklung bis zur Vollblüte erfolgten 1956, 1957 und 1959 im Verlauf des 1. Aufwuchses im Hauptnutzungs-jahr, 1955 im Verlauf des 2. Aufwuchses im Hauptnutzungs-jahr und zusätzlich 1956 während des 1. Aufwuchses im Ansaatjahr. 1957 und 1959 haben wir weiterhin den Verlauf der Ertragsbildung verfolgt und auch den Reineiweißgehalt ermittelt.

Zur Bestimmung der Variation in einem größeren Zuchtmaterial wurde bei 36 tetraploiden Zuchtstämmen des älteren Groß-Lüsewitzer Zuchtmaterials (Ausgangsmaterial 'Marino') und der diploiden Vergleichssorte 'Marino' zum normalen Schnittverhältnis der Gehalt an Trockensubstanz, Roheiweiß, Reineiweiß, Rohfaser, Kalk und Phosphorsäure bestimmt (4x Stämme 4fach wiederholt, 'Marino' 12fach wiederholt).

**Versuche zur Ermittlung der Abhängigkeit des Mineralstoffgehaltes (CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) und des Eiweißgehaltes (Roheiweiß, Reineiweiß) von der Wasserversorgung und dem Wachstums- und Entwicklungsverlauf**

Diploider Rotklee der Sorte 'Marino' und die beiden tetraploiden Stämme 227 und 785a sind 1955 bis 1958 in Mitscherlichgefäßen bei 3 Stufen unterschiedlicher Wasserversorgung (sehr feucht, feucht, trocken) kultiviert worden. Über die Versuchsmethodik, speziell über Bestimmung und Variation der %WK haben wir an anderer Stelle bereits berichtet (BELLMANN, 1961). 1955 bis 1957 erfolgten 3 Schnitte zu Blühbeginn, 1958 ist dann versucht worden, Vorstellungen über den Verlauf der Ertragsbildung bei Feucht- und Trockenkultur zu gewinnen (1. Aufwuchs, Gefäßversuch 1958). Für die Bestimmung der Korrelation zwischen Mineralstoffgehalt und Wassergehalt des Bodens lagen somit aus den Jahren 1955–1957 für jede untersuchte Form 27 (3 Jahre, 3 Schnitte, 3 Wasserstufen) + 2 (1 Jahr,

1 Schnitt, 2 Wasserstufen) = 29 Wertepaare vor. Die Methodik der Gefäßversuche 1958 wurde ebenfalls schon erläutert (BELLMANN, 1961).

**Ergebnisse**

**1. Blattanteil, Trockensubstanz, Eiweiß- und Rohfasergehalt**

In Abb. 1 haben wir die Differenzen im Blattanteil und dem Eiweiß- und Rohfasergehalt zwischen der tetraploiden synthetischen Sorte und der diploiden Vergleichssorte 'Marino', nach Entwicklungsabschnitten getrennt, dargestellt. In allen 4 Versuchen, bei denen die Nutzung im Hauptnutzungs-jahr erfolgte, ist der Blattanteil (bezogen auf Trockenmasse) vor und nach Blühbeginn bei der 4x Form (um etwa 6%) höher als bei 'Marino'. Es fällt auf, daß besonders im Ansaatjahr sehr beachtliche Unterschiede zugunsten der geprüften polyplloiden Form bestehen (etwa 14% höherer Blattanteil nach Blühbeginn). Der Blattanteil der Polyplloiden ist allgemein um etwa 5–10% größer als der von 'Marino' gewesen. Die Qualität der Blatttrockenmasse war durchweg geringer. Wir fanden in der Blatttrockenmasse der tetraploiden Formen stets einen etwa um 2–3% geringeren Eiweiß- und einen um ca. 4–5% höheren Rohfasergehalt. Der Vorteil des höheren Blattanteils der tetraploiden synthetischen Sorte wurde also durch die geringere Blattqualität vermindert. Demgegenüber kann die Qualität der Stengeltrockenmasse der 4x Form etwas besser als die von 'Marino' bewertet werden (etwas mehr Eiweiß, weniger Rohfaser). In der Gesamttrockenmasse war der Eiweißgehalt im lang-

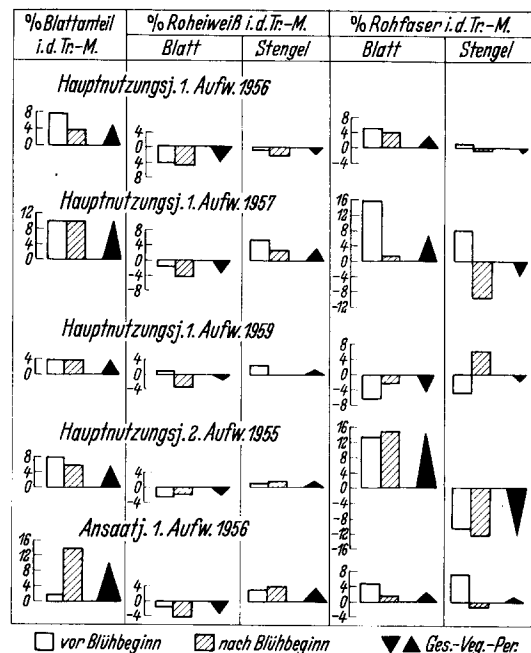


Abb. 1. Blattanteil, Roheiweiß- und Rohfasergehalt in der Blatt- und Stengeltrockenmasse der synthetischen Sorte von polyplloidem Rotklee (4x als Abweichung von der diploiden Standardsorte 'Marino').

jährigen Mittel im Durchschnitt der Vegetationsperiode um wenigstens 4% höher, der Rohfasergehalt um etwa den gleichen Betrag niedriger als bei 'Marino'. Diese Tendenz ist besonders beim 1. Aufwuchs im Ansaatjahr (1. Aufwuchs 1955) und

Tabelle 1. Differenzen im Roheiweiß- und Rohfasergehalt in der Gesamttrockenmasse zwischen diploidem und tetraploidem Rotklee im Mittel der gesamten Vegetationsperiode (4x - 2x).

	Hauptnutzungs-jahr 1. Aufwuchs (Mittel 1956, 1957, 1959)	Hauptnutzungs-jahr 2. Aufwuchs	Ansaat-jahr 1. Aufwuchs
% Roheiw. i. Tr.-M.	+0,4	+0,9	+0,8
% Rohfaser i. Tr.-M.	-0,3	-1,5	-1,3

beim 2. Aufwuchs im Hauptnutzungsjahr erkennbar (Tab. 1).

Für die wirtschaftliche Nutzung des Rotkleees ist es wesentlich zu wissen, welchen Futterwert die geerntete Grünmasse im Verlauf des Wachstums besitzt.

Aus Abb. 2 geht hervor, daß der Blattanteil bei beiden Valenzstufen etwa gleich stark abnimmt. Das Niveau der 4x Form ist dabei um den oben genannten Betrag höher.

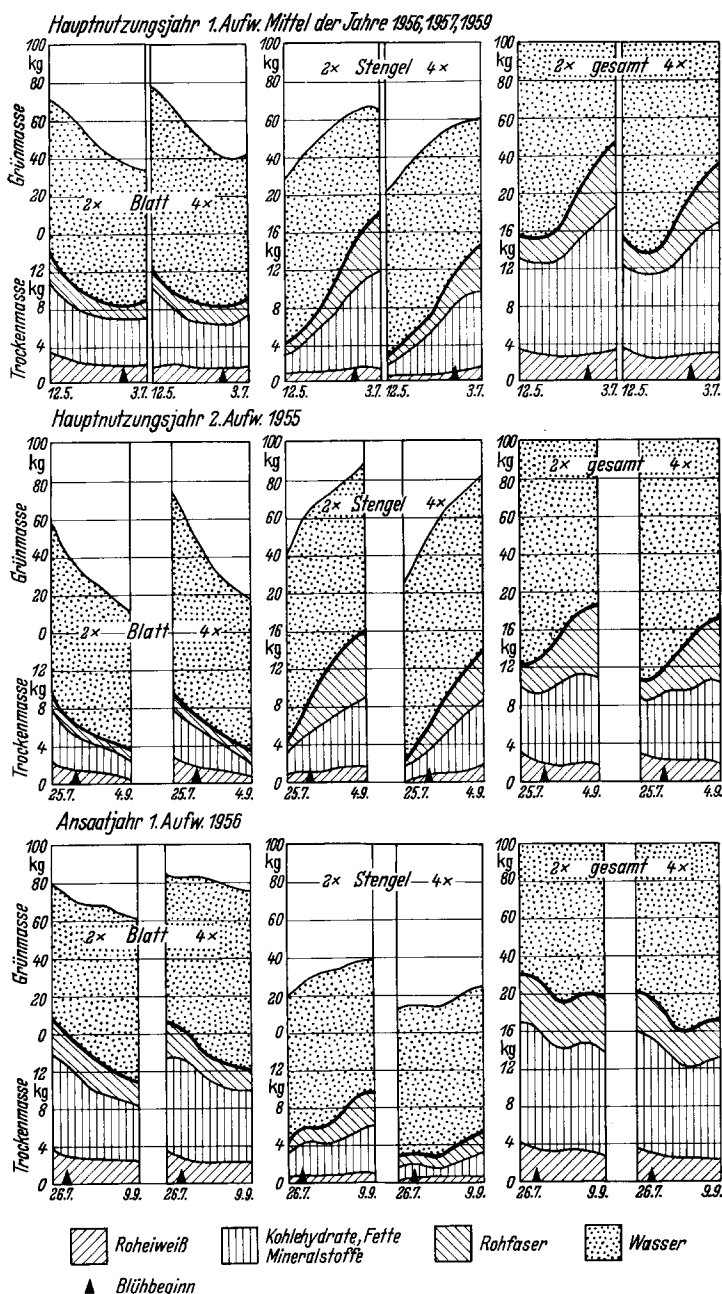


Abb. 2. Qualität von 100 kg Grünmasse von 4x und 2x Rotklee im Verlauf der Entwicklung.

Verfolgt man die fett ausgezogene Trennlinie zwischen dem Wasseranteil und dem Trockensubstanzanteil, kommt erneut der höhere Wassergehalt der Polyploiden zum Ausdruck. In der Spalte für die Gesamtmasse fällt auf, daß die Eiweiß- und Rohfasermengen je 100 kg Frischmasse bei beiden Valenzstufen etwa gleich groß sind, gleich welches Nutzungsjahr und welche Nutzungsform vorliegt. Einen deutlichen Unterschied gibt es jedoch in der Resttrockenmasse. Die Resttrockenmasse enthält alle übrigen Inhaltsstoffe außer Roheiweiß und Rohfaser. Ihr wesentlichster Bestandteil dürften die Kohlenhydrate sein. Der Einfachheit halber wird in folgendem diese Fraktion als „Kohlenhydratfraktion“ bezeichnet. Aus einem Vergleich dieser Kohlenhydratfraktion mit dem Wasseranteil geht hervor, daß die 4x synthetische Sorte während der gesamten Vegetationsperiode je Einheit Grünmasse mehr Wasser, und zwar auf Kosten der Kohlenhydratfraktion, enthält.

Dies ist offenbar eine Funktion des Stengelverhaltens.

Der Trockenmassenbeitrag des Blattes zur Gesamttrockenmasse in 100 kg Frischmasse ist bei der tetraploiden Form mindestens ebenso hoch wie bei 'Marino' (4x besitzt zwar einen geringeren Trockensubstanzgehalt in der Frischmasse des Blattes, aber einen höheren Blattanteil). Der Trockenmassenbeitrag des Stengels ist dagegen bei den Tetraploiden deutlich niedriger (geringerer Trockensubstanzgehalt und geringerer Stengelanteil). Dies hat zur Folge, daß bei einem Valenzstufenvergleich die Wasser-Kohlenhydrat-Relation in der Stengelfraktion für die 4x Form besonders ungünstig ausfällt. Stets kommt vom 4x Stengel in die 4x Gesamtgrünmasse mehr Wasser und deutlich weniger Kohlenhydrattrockenmasse, als das vergleichsweise bei der Sorte 'Marino' geschieht.

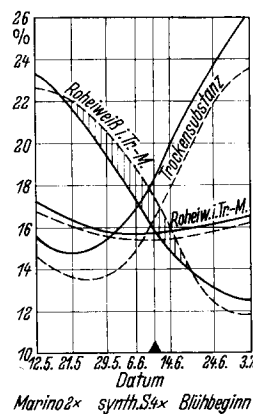


Abb. 3. Bewegung des Roheiweiß- und Trockensubstanzgehaltes in der Gesamtmasse von 4x und 2x Rotklee im Verlauf der Entwicklung.

Die Eiweißmenge in der Einheit Gesamtfrischmasse ist bei beiden Valenzstufen etwa gleich groß. Sie nimmt im Verlauf der Entwicklung nur wenig ab. Ursache hierfür ist ein gegensätzlich verlaufender Trend von Eiweißgehalt in der Trockenmasse und

Trockensubstanzgehalt in der Frischmasse (Abb. 3). Im Verlauf des Wachstums fällt der Eiweißgehalt in der Trockenmasse ab; dieser Abfall wird aber durch den Anstieg der Trockensubstanzprozentage fast vollständig aufgefangen. Leider wird der etwas höhere Eiweißgehalt der 4x synthetischen Sorte in der Gesamttrockenmasse durch ihren sehr deutlich verminderten Trockensubstanzgehalt in der Gesamtfrischmasse völlig kompensiert.

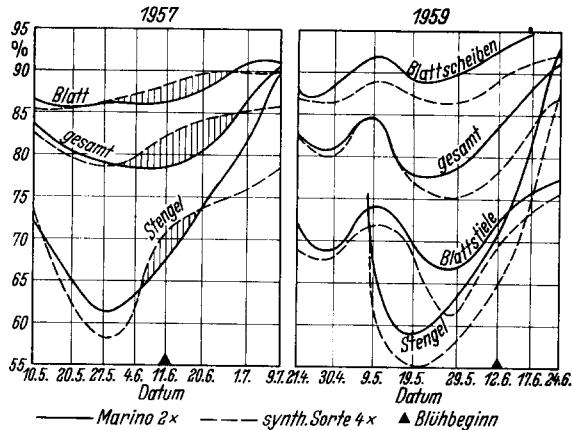


Abb. 4. Veränderung des Reineiweißanteils im Roheiweiß für die Blatt- und Stengeltrockenmasse von 4x und 2x Rotklee.

Für 2 Versuchsserien haben wir den Reineiweißgehalt bestimmt (Abb. 4). Während der Anteil im Blatt im Verlauf der Entwicklung etwa gleich hoch bleibt, gibt es im Stengel deutliche Veränderungen. In beiden Serien zeigt sich ein Kurvenzug, der ein deutliches Minimum zur Zeit des Schossens sichtbar macht. Da ein geringer Reineiweißanteil einen hohen Amidgehalt bedeutet und bekannt ist, daß während intensiven Wachstums (in vorliegendem Fall Stengelschossen) der Organismus mit Säureamiden stark angereichert ist, wird diese Beobachtung verständlich. Mit abnehmendem Wachstum werden dann diese Säureamide wieder sukzessive abgebaut, und der Reineiweißanteil nimmt zu. In Abb. 5 wird hierzu der Zusammenhang zwischen Reineiweißgehalt und Stengelzuwachs je Tag gezeigt. Zu Zeiten starken Stengelwachstums kann man darum im Stengelroheiweiß nur einen geringeren Reineiweißgehalt beobachten. Es scheint zwischen beiden Valenzstufen keine eindeutigen Differenzen

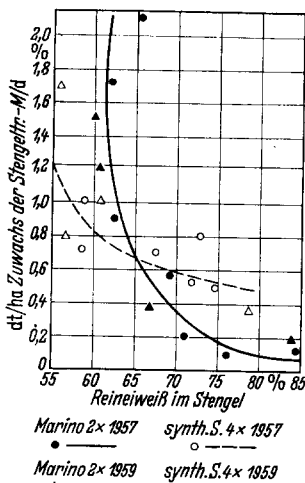


Abb. 5. Abhängigkeit des Reineiweißanteils im Roheiweiß der Stengeltrockenmasse von der Intensität des Stengelwachstums bei 4x und 2x Rotklee.

Abb. 5.

im Reineiweißanteil zu geben. 1957 lag er bei der 4x synthetischen Sorte zeitweise über dem von 'Marino', in dem trockenen Jahr 1959 stets deutlich darunter.

Der dem tetraploiden Rotklee oft nachgesagte langsamere Verlauf der Verholzung ist nicht eindeutig nachweisbar (Abb. 6). Da der 1. Schnitt des Hauptnutzungsjahres von großer Bedeutung ist, haben wir hierfür die Relationen zwischen dem Trockensubstanzgehalt in der Frischmasse einerseits und dem Rohfaser- und Roheiweißgehalt in der Stengeltrockenmasse andererseits dargestellt. In allen 3 Jahren steigt bei beiden Valenzstufen der Rohfasergehalt stark an, wobei sich nur 1957 ein geringerer Verholzungsgrad des polyploiden Klees zeigt. Eindeutiger ist dagegen der unterschiedliche Verlauf des Trockensubstanzanteiles der Stengelfrischmasse. Der Stengel der 4x synthetischen Sorte verliert im Laufe der Wachstumsperiode deutlich langsamer an Wasser als der Stengel von 'Marino'. Dadurch bleibt er länger frisch. Eingeringerer Verholzungsgrad ist somit teilweise nur vorgetäuscht. Der Eiweißgehalt des Stengels ist stets höher als bei 'Marino' gewesen (vgl. auch Abb. 1). In trockenen Jahren scheinen sich diese Differenzen zu verwischen.

**2. Trockenmasse-, Eiweiß- und Rohfasermengen je Flächeneinheit**

Für die genannten 2 Versuchsserien aus den Jahren 1957 und 1959 wurde neben dem Anteil an futterwertbestimmenden Inhaltsstoffen auch der Trockenmasseertrag je Fläche während der gesamten Wachstumsperiode bestimmt. In Abb. 7 sind die geernteten Mengen an Trockenmasse, Roheiweiß und Rohfaser/Flächeneinheit aufgezeichnet. Hier wird zunächst wiederum deutlich, daß maximale Trockenmassenerträge, und damit auch maximale Eiweißerträge, nur zur Zeit des Blühbeginns erzielt werden können. Die 4x/2x-Relationen im Jahr 1959 sind wegen des extremen Witterungsverlaufes dieses Jahres (sehr trocken) nicht typisch.

Wie zu erwarten war, lieferte die 4x Form einen höheren Blatttrockenmassenertrag, der leider durch den geringeren Stengeltrockenmassenertrag kompensiert wurde. Daraus resultieren keine Ertragsvorteile der untersuchten tetraploiden synthetischen Sorte gegenüber der Standardsorte 'Marino' in der Trockenmasse.

Für den Eiweißertrag gilt das oben Gesagte nicht. Hier macht sich der besondere Blattrichum der Tetraploiden günstig bemerkbar. Während der gesamten Vegetationsperiode zeigt der tetra-

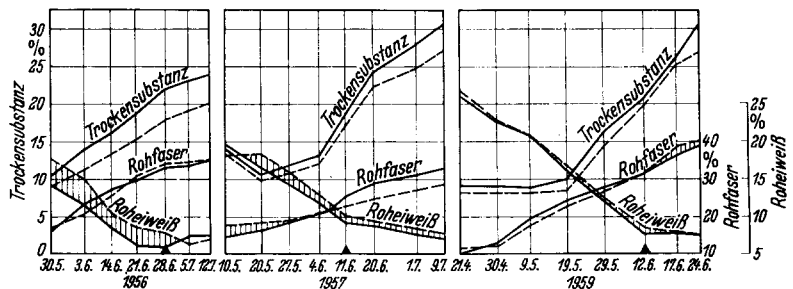


Abb. 6. Veränderung des Rohfaser-, Rohfaser- und Trockensubstanzgehaltes bei 4x und 2x Rotklee im Verlauf des Wachstums.

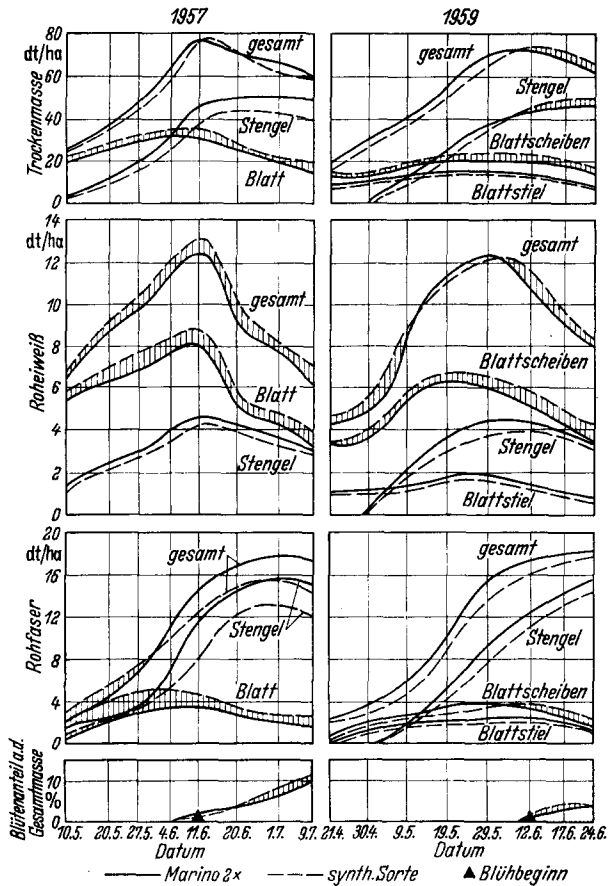


Abb. 7. Flächenerträge an Trockenmasse, Rohweiß und Rohfaser von Blatt-, Stengel- und Gesamtmasse bei 4x und 2x Rotklee.

ploide Rotklee 1957 einen um 1 dt/ha höheren Eiweißertrag als 'Marino'. Das kommt sogar noch in dem Trockenjahr 1959 zum Ausdruck und deckt sich völlig mit den Ergebnissen langjähriger amtlicher Wertprüfungen an neuem Zuchtmaterial. Die Eiweißmenge/Flächeneinheit vom Stengel ist auf Grund des geringen Stengelanteils vermindert.

Der geringere Stengelanteil, zusammen mit dem geringeren Rohfaseranteil in der Stengeltrockenmasse des tetraploiden Rotklee, hat besonders günstige Auswirkungen auf die geernteten Gesamtrohfaser mengen. In beiden Jahren wird vom tetraploiden Rotklee sehr viel weniger Rohfaser von der Flächeneinheit geerntet als von der diploiden Sorte 'Marino' (ab Schoßbeginn etwa 1,5–2 dt/ha weniger Rohfaser). Dies ist in erster Linie eine Funktion des Stengelverhaltens und nach unseren Beobachtungen auf den träger verlaufenden Schoßprozeß der Polyploiden zurückzuführen, obgleich diese Polyploiden zu gleicher Zeit wie 'Marino' zu blühen begannen (vgl. auch Abb. 15). Dadurch kommt der geringere Stengelanteil zustande. Da nun in der Stengeltrockensubstanz weniger Rohfaser zu finden war, ist der Rohfasergehalt in der Gesamttrockenmasse der 4x Form stets niedriger als der in der Gesamttrockenmasse von 'Marino' gewesen (Tab. 1).

### 3. Der Gehalt an futterwertbestimmenden Inhaltsstoffen in Abhängigkeit vom Wassergehalt des Bodens

Von MICHAEL und RICHTER (1951), NEHRING und BORCHMANN (1955) und BORCHMANN (1958, 1963)

liegen Versuchsergebnisse an Futterpflanzen vor, aus denen hervorgeht, daß in Trockenjahren mit einer Qualitätsverschlechterung des Grünfutters zu rechnen ist. In solchen Jahren ist die Löslichkeit der Bodennährstoffe zum Teil ungenügend und die selektive Nährstoffaufnahme gestört. Allgemein verschiebt sich mit zunehmender Bodenfeuchte das P/Ca-Verhältnis zugunsten der Phosphorsäure.

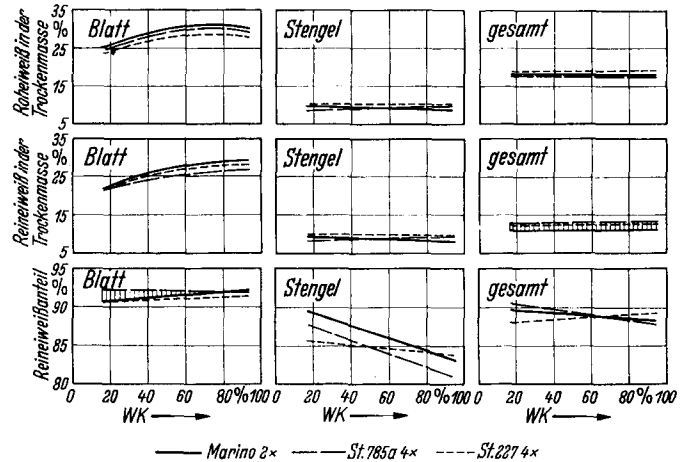


Abb. 8. Abhängigkeit des Eiweißgehaltes und des Reineiweißanteils von der Bodenfeuchte bei 4x und 2x Rotklee.

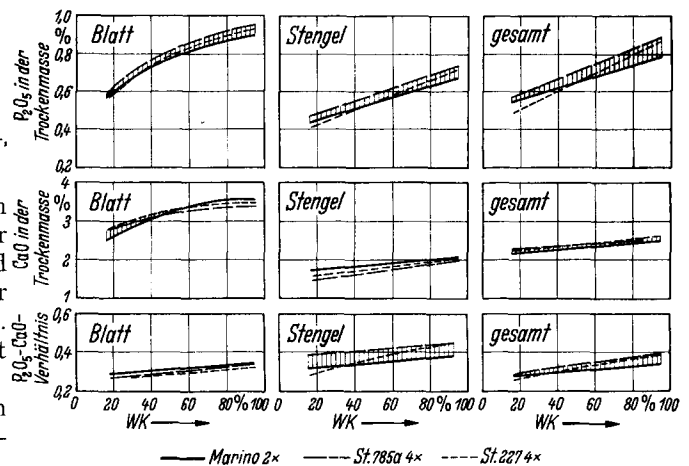


Abb. 9. Abhängigkeit des Phosphorsäure- und Kalkgehaltes und des P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/CaO-Verhältnisses von der Bodenfeuchte bei 4x und 2x Rotklee.

Wir konnten die bisher erhaltenen Resultate im Prinzip bestätigen (Abb. 8 und 9). Bei beiden Valenzstufen zeigte sich, zumindest für das Blatt, eine Zunahme der Mineralstoffgehalte mit steigender Wasserversorgung. In einigen Fällen war es notwendig, nichtlineare Beziehungen zu bestimmen (Prozentsatz an Inhaltsstoffen in Abhängigkeit vom Logarithmus der % der Wasserkapazität bei dem Gehalt des Blattes an Rohweiß, Reineiweiß, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO). Die gefundenen, nichtlinearen Beziehungen deuten an, daß die Zunahme des Mineralstoffgehaltes mit steigender Bodenfeuchte im Bereich niedriger Bodenfeuchten größer als im Bereich hoher Bodenfeuchten ist. Aus Tab. 2 ist die Signifikanz der Korrelation zu den gezeichneten Regressionen zu entnehmen.

Die eindeutigsten Beziehungen gab es bei der Phosphorsäure. Im Blatt und auch im Stengel (und damit auch in der Gesamtmasse) nimmt der Phosphorsäuregehalt mit steigender Wasserversorgung zu. Dieses Ergebnis stimmt mit dem bei Gramineen (NEHRING und BORCHMANN) und bei Luzerne (MI-

Tabelle 2. Größe und Signifikanz der Korrelationskoeffizienten der Beziehung Mineralstoffgehalt – Wasserversorgung (% WK).

		Blatt	Stengel	Gesamt
% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> i. Tr.-M.	227	0,90 <sup>xxx</sup>	0,92 <sup>xxx</sup>	0,93 <sup>xxx</sup>
	785a	0,86 <sup>xxx</sup>	0,90 <sup>xxx</sup>	0,91 <sup>xxx</sup>
	Marino	0,90 <sup>xxx</sup>	0,83 <sup>xxx</sup>	0,87 <sup>xxx</sup>
% CaO i. Tr.-M.	227	0,60 <sup>x</sup>	0,67 <sup>x</sup>	0,67 <sup>x</sup>
	785a	0,52 <sup>0</sup>	0,73 <sup>x</sup>	0,576 <sup>0</sup>
	Marino	0,68 <sup>x</sup>	0,59 <sup>x</sup>	0,60 <sup>x</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /CaO-Verh.	227	0,60 <sup>x</sup>	0,61 <sup>0</sup>	0,75 <sup>xxx</sup>
	785a	0,65 <sup>x</sup>	0,32 <sup>0</sup>	0,71 <sup>x</sup>
	Marino	0,25 <sup>0</sup>	0,48 <sup>0</sup>	0,62 <sup>x</sup>
% Roheiweiß i. Tr.-M.	227	0,73 <sup>x</sup>	-0,03 <sup>0</sup>	0,05 <sup>0</sup>
	785a	0,66 <sup>x</sup>	-0,01 <sup>0</sup>	0,02 <sup>0</sup>
	Marino	0,79 <sup>xx</sup>	-0,01 <sup>0</sup>	-0,01 <sup>0</sup>
% Reineiweiß i. Tr.-M.	227	0,68 <sup>x</sup>	-0,09 <sup>0</sup>	0,09 <sup>0</sup>
	785a	0,61 <sup>x</sup>	-0,33 <sup>0</sup>	-0,08 <sup>0</sup>
	Marino	0,81 <sup>xx</sup>	-0,55 <sup>0</sup>	0,10 <sup>0</sup>
Reineiweiß-Gehalt	227	0,26 <sup>0</sup>	-0,12 <sup>0</sup>	0,20 <sup>0</sup>
	785a	-0,63 <sup>0</sup>	-0,58 <sup>0</sup>	0,39 <sup>0</sup>
	Marino	0,12 <sup>0</sup>	-0,20 <sup>0</sup>	-0,09 <sup>0</sup>

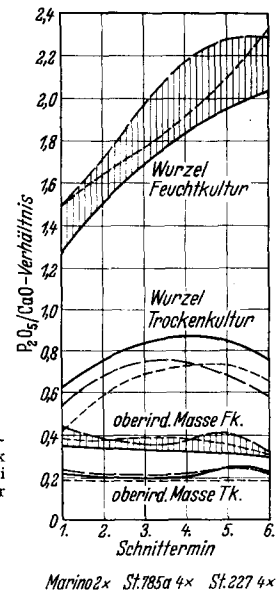


Abb. 11. Veränderung des P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/CaO-Verhältnisses von 4x und 2x Rotklee bei guter und schlechter Wasserversorgung (Gefäßversuch, 1. Aufwuchs 1958).

CHAEI und RICHTER) erhaltenen überein. Dasselbe fand auch PFENNIGSFELD (1954) bei *Phaseolus*-Bohnen. Da der Anstieg des Kalkgehaltes (besonders im Stengel) nicht so stark wie der der Phosphorsäure ist, verbessert sich das P/Ca-Verhältnis mit Zunahme des Bodenwassergehaltes. Die Ergebnisse an Gramineen und Luzerne weisen sogar eine Abnahme des Kalkgehaltes aus. Dies führt in jenen Fällen zu einer noch extremeren Vergrößerung des P/Ca-Verhältnisses bei guter Wasserversorgung.

Die Abhängigkeit des Eiweißgehaltes von der Bodenfeuchte stimmt nicht mit den Angaben der genannten Autoren überein. Sie finden fast immer eine verminderte Stickstoffaufnahme mit steigender Wasserversorgung, während wir für die Gesamtmasse keine Abhängigkeit und für das Blatt sogar eine Zunahme nachweisen. Der Reineiweißanteil im Stengel zeigte bei der Sorte 'Marino' und dem tetraploiden Stamm 227 eine abfallende Tendenz mit Anstieg des Wassergehaltes. Wir neigen dazu, dies mit dem oben erwähnten Anstieg der Säureamide mit intensiver werdendem Wachstum bei guter Wasserversorgung in Verbindung zu bringen.

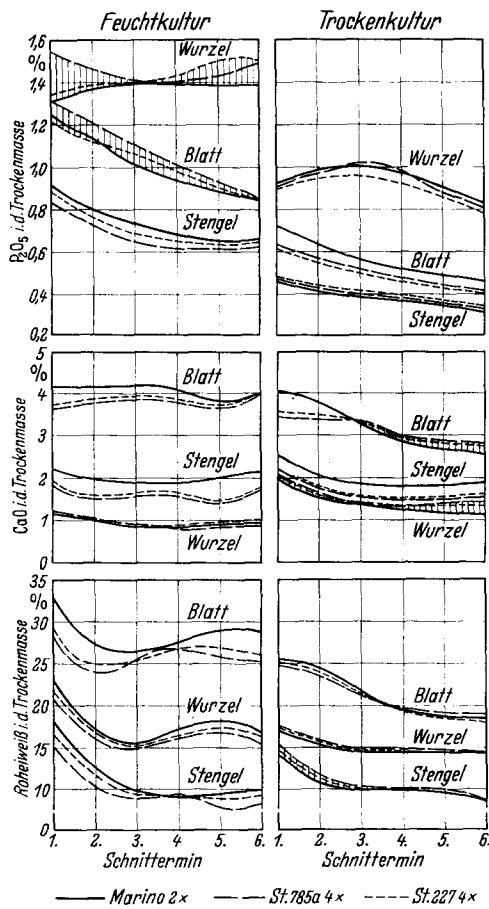


Abb. 10. Veränderung des Mineralstoffgehaltes in der Trockenmasse von 4x und 2x Rotklee im Verlauf der Entwicklung bei guter und schlechter Wasserversorgung (Gefäßversuch, 1. Aufwuchs 1958).

In keinem Fall haben wir signifikante Differenzen zwischen den Regressionen der geprüften diploiden Vergleichssorte und den tetraploiden Stämmen nachweisen können. Auffällig ist aber der höhere Phosphorsäuregehalt im Blatt der Polyploiden. Dies wird in Abb. 10 ebenfalls deutlich. Bei Feuchtkultur ist der Phosphorsäuregehalt im Blatt der tetraploiden Stämme und besonders in der Wurzel deutlich höher als bei 'Marino', auch das P/Ca-Verhältnis ist, wiederum besonders in der Wurzel, wesentlich besser (Abb. 11). Bei Trockenkultur trifft dies nicht mehr zu. Außer dem z. T. höheren Phosphorsäuregehalt scheinen diese beiden geprüften tetraploiden Stämme keine weiteren Vorteile hinsichtlich des Mineralstoffgehaltes zu besitzen, während die 4x synthetische Sorte einen etwas höheren Eiweißgehalt besaß (vgl. Abb. 3). Wir gehen später auf Unterschiede zwischen verschiedenen Genotypen ein.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Abhängigkeit der im Verlauf eines Aufwuchses aus dem Boden aufgenommenen rel. Mineralstoffmengen von den rel. Trockenmassenerträgen des polyploiden Rotklee ('Marino' = 100; Abb. 12). Die Variation in den rel. Trockenmassenerträgen der beiden polyploiden Stämme ist auf unterschiedliche Wasserversorgung zurückzuführen. Die Wasserversorgung variierte in einem Bereich von 30 bis 90% der Wasserkapazität (früher haben wir nachweisen können, daß die rel. Trockenmassenerträge der beiden

tetraploiden Prüfstämme mit zunehmender Bodenfeuchte ansteigen, d. h. ihre rel. Leistung zu der diploiden Vergleichssorte wird mit zunehmender Wasserversorgung des Bodens immer höher). Hier zeigt sich nun, daß mit Verbesserung des 4x/2x-Verhältnisses in der Trockenmasse auch das 4x/2x-Verhältnis in den flächenbezogenen Mengen an Eiweiß, Kalk und Phosphorsäure zwar günstiger wird, die Abhängigkeit beider Größen ist jedoch nicht sehr groß. Durch (umweltbedingte) Verbesserung des rel. Trockenmassenertrages der beiden 4x Stämme wird der rel. Eiweißertrag in 74%, der rel. Kalkertrag nur in 66% und der rel. Phosphorsäurertrag nur in 52% der Fälle äquivalent mit erhöht.

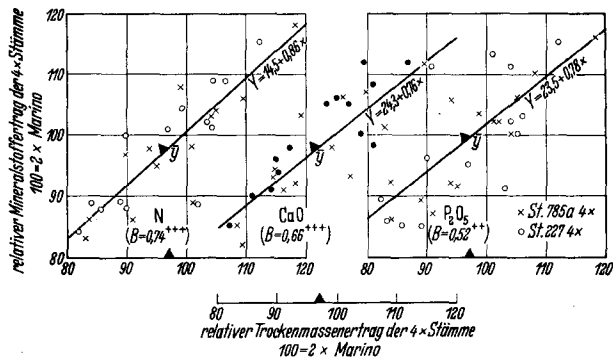


Abb. 12. Zusammenhang zwischen rel. Trockenmassenertrag und rel. Mineralstoffträgen (4x in % von 2x, Gefäßversuch 1955-1958).

Wir haben vor einigen Jahren nachgewiesen, daß diese beiden Stämme eine wesentlich geringere Transpiration als die Vergleichssorte 'Marino' besitzen (BELLMANN, 1961, 1962 b). Es lag daher besonders im Hinblick auf die gefundenen Differenzen im Phosphorsäuregehalt nahe, einen Zusammenhang zu den Unterschieden im Wasserhaushalt zu suchen. Wir haben deshalb die Menge der wöchentlich aufgenommenen  $PO_4^{---}$ - bzw.  $Ca^{++}$ -Ionen zu der in gleicher Zeit transpirierten Wassermenge in Beziehung gesetzt (Gefäßversuch 1958, Abb. 13). Es scheint keine grundsätzlichen Unterschiede in der Größenordnung dieses Quotienten zwischen beiden Valenzstufen zu geben, wenn sich auch Trendver-

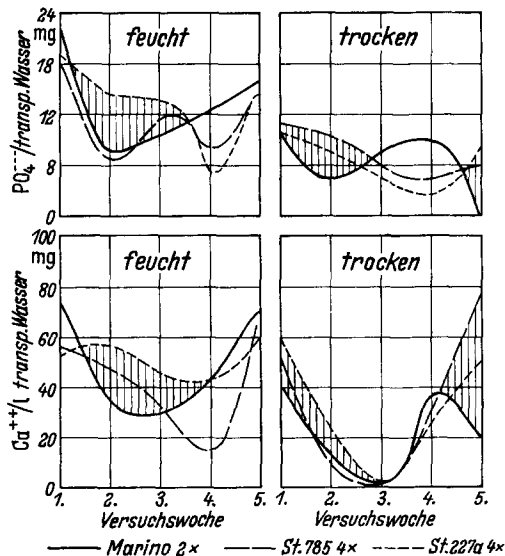


Abb. 13. Veränderung der Quotienten aufgenommene  $PO_4^{---}$ - bzw.  $Ca^{++}$ -Ionen je 1 abgegebenes Wasser bei 4x und 2x Rotklee im Verlauf des Wachstums bei guter und schlechter Wasserversorgung.

schiebungen im Verlauf der Entwicklung andeuten. Der Quotient zeigt im Verlauf des Wachstums ein Minimum, das bei den 4x Formen der Feuchtkultur später als bei der Sorte 'Marino' auftritt. Möglicherweise kann man diese Erscheinung mit Entwicklungsunterschieden in Zusammenhang bringen. —

Bei Trockenkultur gibt es bei dem Kalk-Quotienten kaum Unterschiede, bei dem Phosphorsäure-Quotienten jedoch ein gegensätzliches Trendverhalten zwischen beiden Valenzstufen. Eine allgemeine physiologische Diskussion dieses Ergebnisses geht über den Rahmen dieser Arbeit hinaus.

Es bot sich weiterhin an, an diesem Material auch die Beziehungen zwischen Nährstoffaufnahme und Trockensubstanzbildung zu überprüfen. Allgemein gilt, daß die Mineralstoffaufnahme der Trockensubstanzbildung vorausseilt (SCHMALFUSS 1947, S. 144; ROEMER 1953, S. 34; SCHEFFER und WELTE 1955, S. 207; MENGEL 1961, S. 174). Das zeigte sich auch an unserem Material (Abb. 14). Valenzstufenbedingte Unterschiede deuten sich nur bei Feuchtkultur an. Bei den beiden tetraploiden Stämmen scheint das Vorausseilen der Mineralstoffaufnahme deutlicher als bei der diploiden Sorte ausgeprägt zu sein. Bei beiden Valenzstufen gilt für die Intensität der Aufnahme die Reihenfolge  $P > N > Ca$ . Auch bei Trockenkultur nimmt die Phosphorsäure die primäre Stellung ein. Die Trockensubstanzbildung ist hier gegenüber der Nährstoffaufnahme extrem gehemmt. Unterschiede zwischen beiden Valenzstufen gibt es nicht.

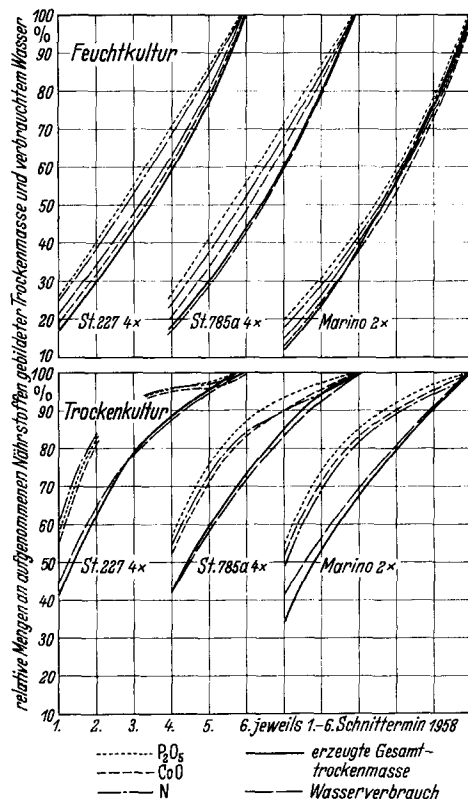


Abb. 14. Verlauf der Phosphor-, Kalk- und Stickstoffaufnahme und der Trockensubstanzbildung beim 4x und 2x Rotklee bei guter und schlechter Wasserversorgung.

Ebenso wie bei der Beziehung Mineralstoffaufnahme-Wasserabgabe im Verlauf der Vegetationsperiode gibt es auch bei der Beziehung Nährstoffaufnahme-Trockensubstanzbildung kein grundsätzlich abwei-



chendes Verhalten der beiden tetraploiden Stämme von dem der diploiden Sorte.

### Möglichkeiten zur Verbesserung des Futterwertes von tetraploidem Rotklee durch die Züchtung

Die von der Flächeneinheit geerntete Eiweißmenge ist bei Rotklee eines der wesentlichsten Zuchtziele. In Abb. 7 haben wir gezeigt, daß die Überlegenheit der polyploiden synthetischen Sorte im Eiweißertrag ausschließlich durch die Blattfraktion bedingt war. Auch eine weitere Erhöhung des Eiweißertrages erscheint uns über die Blattfraktion möglich:

1. Weitere Erhöhung der Blattmenge je Fläche.
2. Verbesserung des Trockensubstanzgehaltes des Blattes und
3. Erhöhung des Eiweißgehaltes in der Blatttrockenmasse.

**Zu 1:** Da die tetraploiden Rotkleeformen durchweg zwar sehr große (+ 30%), aber im Vergleich zur diploiden Form auffällig wenig Einzelblätter (-15%) besitzen (BELLMANN, 1962a), ist es u. E. ratsam, eine Erhöhung der Blattmengen über eine Vermehrung der Blattzahl vorzunehmen. Die Erhöhung der Blattzahl kann durch eine Erhöhung der Stengelzahl geschehen, da der Stengel das blatttragende Organ ist und der tetraploide Klee gegenüber dem diploiden auch eine deutlich geringere Stengelzahl besitzt (Abb. 15). Eine Erhöhung der Stengelzahl wäre dadurch möglich, daß einerseits von vornherein mehr Stengel angelegt werden oder/und daß andererseits mehr der angelegten Stengel aufwachsen. Welcher Weg der gangbarere ist, müßte mit Hilfe pflanzenphysiologischer Methoden erkundet werden. In diesem Zusammenhang darf man jedoch nicht übersehen, daß sich im Hinblick auf die Heuwerbung eine weitere Erhöhung der Stengelmasse nachteilig auswirken würde, weil der Stengel des tetraploiden Rotklee auf Grund seines hohen Wassergehaltes eine schlechte Trocknungseignung besitzt.

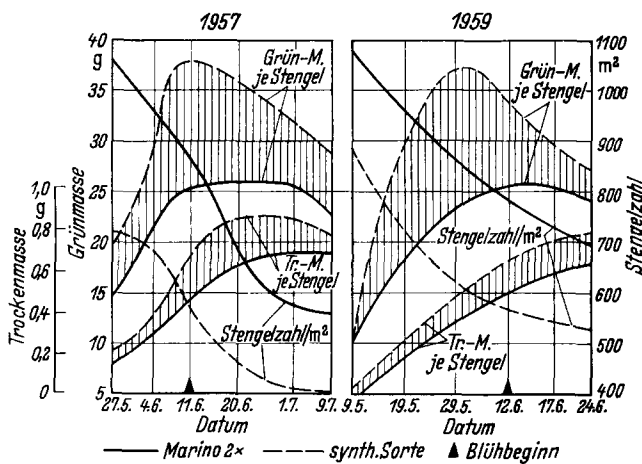


Abb. 15. Flächenbezogene Stengelzahlen sowie Einzelstengelgewichte bei 4x und 2x Rotklee.

**Zu 2:** Eine Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes des Blattes würde erzielt, wenn die beiden Teilfraktionen der Blattfraktion „Blattspreite“ und „Blattstiel“ in ihrem Mengenverhältnis gegeneinander so verschoben werden könnten, daß eine deutliche Verminderung der Blattstielfraktion mit den

wesentlich geringeren Trockensubstanzprozenten zugunsten der Blattspreite eintritt. Eine Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes innerhalb der beiden Teilfraktionen erscheint uns wegen der Großzelligkeit der Polyploiden, die ungünstige Relation zwischen Zellvolumen und Zelloberfläche mit sich bringt, sehr schwierig. Es müßte eine Selektion auf kleinzellige Gigastypen erfolgen. Dabei würde die Kleinzelligkeit sicher auch mancherlei andere physiologische Vorteile mit sich bringen.

**Zu 3:** Die Erhöhung des Eiweißgehaltes der Blatttrockenmasse ist eng mit dem Problem der Verminderung der Blattstielfraktion verbunden, da der Blattstiel nicht nur weniger Trockensubstanz in der Frischmasse, sondern auch weniger Eiweiß in der Trockenmasse besitzt (vgl. Abb. 4).

Intensivere pflanzenphysiologische Untersuchungen an Gefäß- oder Freilandpflanzen können in der Regel nur an einem begrenzten Genotypenmaterial vorgenommen werden. Verallgemeinerungen sind deshalb immer schwierig. Für den Züchter ist es aus diesem Grund wichtig zu wissen, welche Variation innerhalb eines größeren Materials existiert. Wir haben darum bei 36 tetraploiden Zuchtstämmen des älteren Groß-Lüsewitzer Zuchtmaterials (aus 'Marino' entstanden) Inhaltsstoffbestimmungen am Erntegut zusammen mit der Vergleichssorte 'Marino' vorgenommen. Mögliche entwicklungsbedingte Differenzen zwischen den Valenzstufen wurden weitgehend ausgeschaltet. Die Ergebnisse dieser Stammuntersuchungen sind in den Abbildungen 16 und 17 dargestellt. Die Mehrzahl der Stämme besitzt zum Teil wesentlich mehr Rohprotein, Reineiweiß und Kalk und weniger Rohfaser in der Trockenmasse als 'Marino'. Leider hatte kein Stamm eindeutig mehr Trockensubstanz in der Frischmasse als die diploide Sorte. Überraschend und erfolversprechend ist jedoch der überaus hohe Phosphorsäuregehalt des tetraploiden Rotklee. Alle 36 4x Stämme besaßen mehr Phosphorsäure in der Gesamttrockenmasse als 'Marino'. Dies ist im Hinblick auf den Futterwert des polyploiden Rotklee ein besonderer Vorteil. Da offenbar auch in der Wurzel größere Phosphorsäuremengen als von 'Marino' gespeichert werden können (vgl. Abb. 10 und 12), dürfte der Vorfruchtwert dieses Klee sehr günstig sein.

Offen bleibt bei der Betrachtung der vielversprechenden Variationskurven allerdings wiederum die Frage, in welchem Maß die gefundene große phänotypische Variabilität auch genotypische Unterschiede widerspiegelt, denn erst auf der Basis dieser Variation können größere Selektionsfortschritte erzielt werden.

Für die umfangreiche Verrechnung des Zahlenmaterials sei Frau I. SCHREITER und Frau E. RÖMER ebenso gedankt wie den Mitarbeitern der chemischen Abteilung für das Fertigmachen der Analysen.

### Zusammenfassung

1. Nach Feld- und Gefäßversuchen bei diploidem und tetraploidem Rotklee ergeben sich für das untersuchte Material (4x synthetische Sorte und 2 tetraploide Zuchtstämmen) jeweils im Vergleich zu der diploiden Standardsorte 'Marino' folgende Aussagen:



a) Der Vorteil des höheren Blattanteils in der Trockenmasse wird durch den etwas geringeren Eiweiß- und leicht erhöhten Rohfasergehalt der Blattockenmasse vermindert.

b) Der Stengelanteil ist auf Grund sehr geringer Stengelzahlen geringer, die Qualität der Stengeltrockenmasse jedoch besser (mehr Eiweiß, weniger Rohfaser).

c) Während der ganzen Vegetationsperiode enthält die Einheit Grünmasse etwa gleich viel Eiweiß und Rohfaser, mehr Wasser und weniger Kohlenhydrattrockenmasse.

d) Der Flächenertrag an Roh-eiweiß ist während der gesamten Vegetation um ca. 1 dt/ha höher und besitzt sein Maximum zu Blühbeginn.

e) Die Rohfasermengen pro Flächeneinheit steigen im Verlauf der Entwicklung langsamer an und sind eindeutig niedriger. Ein langsamerer Verlauf der Verholzung des Stengels war nicht nachweisbar. Dagegen ist der Anstieg des Trockensubstanzgehaltes im Stengel eindeutig langsamer.

f) Unter den geprüften Inhaltsstoffen Stickstoff, Kalk und Phosphor ist der Phosphorsäuregehalt (besonders in Blatt und Wurzel) bei ausreichendem Bodenwasser deutlich höher. Der Mineralstoffgehalt in der Trockenmasse stieg im allgemeinen mit zunehmender Bodenfeuchte bei beiden Valenzstufen an. Der Anstiegsgrad war etwa gleich. Eine Verbesserung der Überlegenheit im Trockenmassenertrag ist nicht eindeutig mit einer gleichzeitigen Erhöhung der Überlegenheit im Mineralstoffgehalt (N, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) verbunden (B = 0,50 bis 0,75).

g) Die Beziehung Mineralstoffaufnahme – Wasserverbrauch und Mineralstoffaufnahme – Trockensubstanzbildung ist bei beiden Valenzstufen grundsätzlich gleich.

2. Eine weitere Erhöhung des Eiweißtrages kann über eine noch größere Blattmasse pro Flächeneinheit erfolgen, wenn es gelingt, die niedrige Blattzahl der polyploiden Formen zu erhöhen. Dabei sollte eine Verringerung der Blattstiele angestrebt werden. Dies würde zur Erhöhung des Gesamttrockensubstanzgehaltes und zur Erhöhung des Eiweißgehaltes in der Gesamttrockenmasse führen.

3. Aus einem Vergleich von 36 tetraploiden Zuchtstämmen des älteren Groß-Lüsewitzer Zuchtmaterials mit der diploiden Sorte 'Marino' geht hervor, daß mehr als 80% aller Stämme mehr Roh- und Reineiweiß, mehr als 75% aller Stämme weniger Rohfaser, ca. 50% aller Stämme mehr CaO und alle Stämme eindeutig mehr P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in der Trockenmasse als der

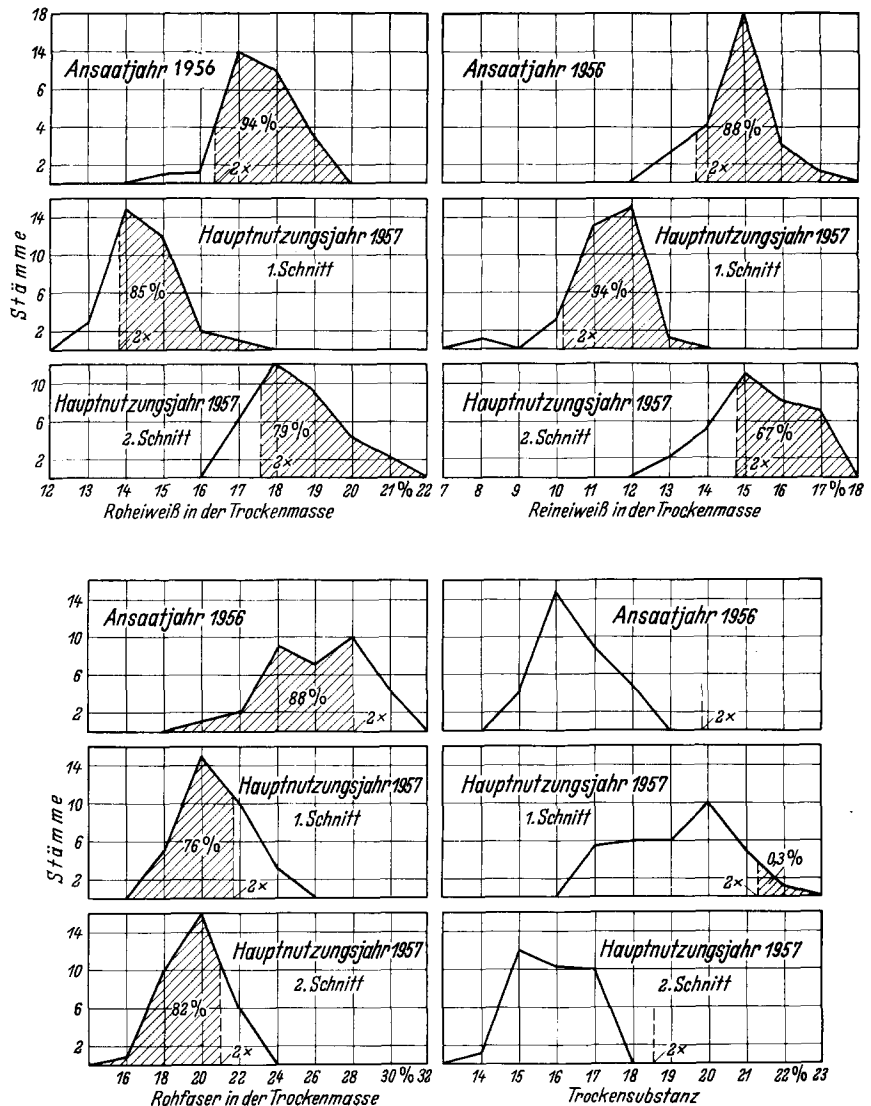


Abb. 16. Verteilung des Roh-eiweiß, Reineiweiß, Rohfaser- und Trockensubstanzgehaltes von 36 x Zuchtstämmen im Ansaat- und Hauptnutzungsjahr im Vergleich zu der Sorte 'Marino' (2x).

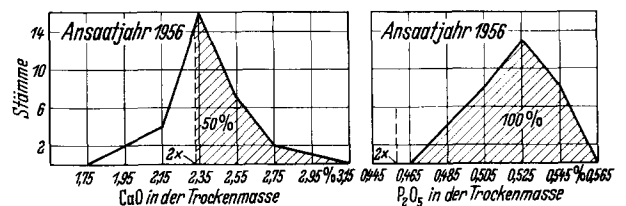


Abb. 17. Verteilung des Kalk- und Phosphorsäuregehaltes von 36 x Zuchtstämmen im Ansaatjahr im Vergleich zu der Sorte 'Marino' (2x).

diploide Standard besaßen. Bei keinem Stamm wurde ein höherer Trockensubstanzgehalt in der Frischmasse als bei 'Marino' gefunden.

Literatur

1. BELLMANN, K.: Unterschiedliche Leistungen von 2 n und 4 n *Trifolium pratense*. Dtsch. Akad. d. Landw.-Wiss. Berlin, Tagungsbericht 1957, Nr. 18, 56–64 (1958). — 2. BELLMANN, K.: Untersuchungen über die Stoffproduktion bei diploidem und tetraploidem Rotklee. Diss. Rostock 1961. — 3. BELLMANN, K.: Untersuchungen über die Stoffproduktion bei diploidem und tetraploidem Rotklee. Der Züchter 32, 80–90 (1962a). — 4. BELLMANN, K.: Untersuchungen über Ertragsbildung und Wasserverbrauch bei diploidem und tetraploidem Rotklee. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 115, 341–356 (1962b). — 5. BELLMANN, K., und G. MEINL: Unter-

suchungen über den Zusammenhang zwischen Samen-größe und Ertrag bei diploidem und tetraploidem Rotklee (*Trifolium pratense* L.). Der Züchter 31, 358–362 (1961). — 6. BORCHMANN, W.: Der Einfluß verschieden hoher Wasserversorgung auf den Mineralstoffgehalt von Grünmais. Beitrag aus der Agrikulturchemie zu Problemen der Forschung aus der Praxis, Nr. 37. Berlin: Akademie-Verlag 1958. — 7. BORCHMANN, W.: Über die Abhängigkeit des Mineralstoffgehaltes verschiedener Futterpflanzen von der Höhe der Wasserversorgung. 3. Mitt. Z. f. Landw. Versuchs- und Untersuchungs-wesen 9, 173–198 (1963). — 8. MENGEL, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag 1961. — 9. MICHAEL, W., und E. RICHTER: Über den Einfluß der Trockenheit auf den Mineralstoffgehalt

des Grünfutters. Arch. f. Tierern. 1, 290–294 (1951). — 10. NEHRING, K., und W. BORCHMANN: Der Einfluß verschiedener Wasserversorgung auf den Mineralstoffgehalt von Futterstoffen (I. Bericht). Z. f. Landw. Versuchs- und Untersuchungs-wesen 1, 178–186 (1955). — 11. PFENNIGSFELD, F.: Festschrift zur Feier des 150jährigen Bestehens der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau, Weißenstephan 1954. — 12. ROEMER, TH.: Getreide der gemäßigten Zone. In: A. SCHEIBE, Pflanzenbaulehre, im Handbuch für Landwirtschaft S. 1–85. Berlin–Hamburg: Paul Parey 1953. — 13. SCHEFFER, F., und E. WELTE: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. II. Teil Pflanzenernährung. Stuttgart: F. Enke-Verlag 1955. — 14. SCHMALFUSS, K.: Pflanzenernährung und Bodenkunde. Leipzig: S. Hirzel-Verlag 1947.

## Untersuchungen über einen weißbunten Klon von *Armoracia lapathifolia* GILIB.

HELMUT SCHEEL<sup>1</sup>

Botanisches Institut der Pädagogischen Hochschule Potsdam-Sanssouci, Abteilung Spezielle Botanik

### Research on a white-variegated clone of *Armoracia lapathifolia* GILIB.

**Summary.** 1. Albo-variegation of *Armoracia* varies with season. In spring shoots are almost pure white, becoming increasingly green towards autumn.

2. In the ontogeny of individual plants permanent demixing could not be found. Neither pure green nor pure white shoots, which would have remained stable, could be observed. In the various stages of ontogeny there were mosaic-like variegated as well as sectorially variegated leaves. However, shoots with white sectors running from the leaves into the stalks or mericlinal chimerically striped shoots (with corresponding colouring of the leaves) were not found.

3. In anatomical structure the leaves did not show any periclinal chimerical status. The distribution of white and green tissue does not follow definite laws.

4. The numerous shoot regenerates from isolated roots and leaves of albo-variegated plants continuously produced only variegated plants. Selective cloning towards green or white was not possible.

5. Since, from an anatomic histogenetic view, the chimerical structure of albo-variegated horse-radish could not be confirmed, gene-conditioned albo-variegation is to be supposed. According to experiences so far virosis does not seem to exist.

### I. Einleitung

In vorliegender Arbeit soll über Untersuchungen an einem albovariegaten Meerrettich-Klon berichtet werden, der unseres Wissens bisher in der Literatur noch nicht beschrieben wurde. Schon beim flüchtigen Betrachten fällt eine marmorierte und großflächig sektorial-panaschierte Musterung der Blätter auf, die an frühe Entmischungsstadien albomaculater Pflanzen erinnern läßt.

Da bei einer Verklonung der weißbunten *Armoracia lapathifolia* nicht selten reingrüne und reinweiße Sproßteile auftraten, lag die Vermutung nahe, es könne sich auch hier um Entmischungen eines chimärischen Falles von Weißbuntheit handeln, wie es bereits für eine ganze Reihe variegater Pflanzen nachgewiesen werden konnte. Im Regenerationsexperiment können derartige zur Entmischung neigende Periklinalchimären an isolierten Blättern, Wurzeln

und augenfreen Achsen reinweiße und reingrüne Sproßregenerate hervorbringen. Diese Methode hat sich seit BATESON (1916) bis in die jüngste Zeit vielfach bewährt.

Wenn auch beim Meerrettich die Blätter im Vergleich zu weiß- oder grünrandigen Periklinalchimären durch ungleichmäßige, regellose Verteilung grünen und weißen Gewebes völlig andersartig gemustert sind, kann dennoch von vornherein das Vorliegen von Chimäre nicht ausgeschlossen werden (vgl. SCHEEL 1966). BERGANN (1962 a, 1962 b) hat gerade für nicht wenige solcher dem typischen Panaschüre bild periklinaler Chimären widersprechenden Formen eine chimärische Konstitution nachweisen können.

Es sollte untersucht werden, ob sich im Regenerationsexperiment konstant bleibende grüne oder weiße Sprosse erhalten ließen, die dann als Entmischungsprodukte einer Chimäre zu deuten gewesen wären.

Der Meerrettich besitzt bekanntlich die Fähigkeit, aus jedem kleinen Wurzelstück eine neue Pflanze sprossen zu lassen. In der gärtnerischen Praxis wird daher bei der Meerrettich-Verklonung von der Methode der Wurzelschnittlinge ausgiebig Gebrauch gemacht. Außerdem ist der Meerrettich noch in der Lage, aus isolierten Blättern Sprosse zu erzeugen.

Bei einem derartig günstigen Objekt wäre von Regenerationsversuchen eine sichere Information über das Vorliegen von Chimäre zu erwarten. Neben den Regenerationsversuchen waren auch blattanatomische Untersuchungen von Interesse. Im Falle vorliegender Chimäre dürfte mit einer typischen Verteilung und Anordnung grünen und weißen Gewebes gerechnet werden.

### II. Material und Methoden

Die hier untersuchte weißbunte *Armoracia* war Anfang der 50er Jahre aus dem Hamburger Botanischen Garten nach Potsdam gebracht und hier in mehreren Exemplaren weitergezogen worden. Eine dieser Pflanzen wurde teils durch Wurzel-, teils durch Sproßteilung intensiv verklont.

Die zur Provokation von Sproßregeneraten ausgewählten Wurzeln und Wurzelstücke wurden in Tonschalen, die mit einem Sand-Torfgemisch 1:1 be-

<sup>1</sup> Teil einer Dissertation der Math.-Nat. Fakultät der Päd. Hochschule Potsdam (1964, gekürzt).