

gefunden wurde, und 3 D in einem anderen Sommerweizen von SCHLEHUBER (1959). Es wäre in weiteren Kreuzungen festzustellen, welches Chromosom im Weique fehlt.

In bezug auf das Fremdchromosom wäre zu prüfen, ob eventuell ein Chromosom aus *Agropyrum* einer anderen Herkunft eingebaut sein könnte. Allerdings muß es fraglich scheinen, ob innerhalb einer Art mehrere derartige Resistenzchromosomen vorhanden sind. Auf Grund der Größe des Fremdchromosoms könnte man eher vermuten, daß es sich um ein Roggenchromosom handelt. Die *Agropyrum*-Chromosomen sind nämlich meistens etwas kleiner als das beobachtete Fremdchromosom. In weiteren Unter-

suchungen soll die Herkunft des Fremdchromosoms im Weique endgültig zu klären versucht werden.

#### Literatur

1. KNOTT, D. R.: The effect on wheat of an *Agropyron* chrom. carrying rust resistance. X. Int. Congr. Gen. Proc. II (1958). — 2. SCHLEHUBER, A. M., and E. E. SEBESTA: Identification of a substituted chromosome pair in a *Triticum-Agropyron*-Line. Proc. Okla. Acad. Sci. 39, 16–21 (1959). — 3. WIENHUES, A.: Die Ertragsleistung rostresistenter 44- und 42chromosomiger Weizenquecken-Bastarde. Der Züchter 30, 194–202 (1960). — 4. WIENHUES, A.: Transfer of rust-resistance of *Agropyron* to wheat by addition, substitution and translocation. 2nd Int. Wheat Genetics Symposium, Lund. Hereditas (Suppl.) (1963) (im Druck).

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

## Untersuchungen zur Stoffproduktion bei Futterkohl

### I. Verlauf des Wachstums, der Entwicklung und der Produktivität

Von W. SCHWEIGER und G. MEINL

Mit 12 Abbildungen

Die Suche nach wirkungsvolleren Methoden und neuen Möglichkeiten in der Pflanzenzüchtung erfolgt heute im wesentlichen auf zwei Wegen. Einmal führt sie über die seit langem bekannten Kombinations- und Selektionsverfahren. Diese werden ständig verbessert und verfeinert und durch biometrische und quantitativ-genetische Studien ergänzt. Zum anderen geht man den Weg allgemein botanischer und ökologischer Untersuchungen, die zu Kenntnissen über Verlauf und Abhängigkeit der Stoffproduktion eines bestimmten Idiotypes führen. Von diesen Erkenntnissen ausgehend, ist zu prüfen, ob sich aus ihnen unter Anwendung spezieller Züchtungsmethoden neue Möglichkeiten zur Schaffung ertragreicher Formen ergeben.

Besonders bei Futterpflanzen scheint uns der zweite Weg notwendig zu sein, da ihre gesamte oberirdische Masse als Ertrag genutzt wird und eine Selektion auf diesen sich als wirkungslos erwies. Die Bildung des Ertrages ist kein einfacher mechanistischer Prozeß, sondern ein Resultat des Wachstums und der Wechselbeziehungen der einzelnen Organe in Abhängigkeit von der Entwicklung. Hierbei treten überdies signifikante Wechselbeziehungen mit der Umwelt ein (s. RAEUBER, SCHWEIGER und MEINL, 1965). Eine solche dynamische Betrachtungsweise (s. auch RAEUBER und ENGEL, 1963) führt über eine herkömmliche Analyse der Ertragskomponenten weit hinaus. Trotzdem muß der Verwendung einzelner Ertragskomponenten als Selektionsmerkmal eine große Bedeutung beigemessen werden (s. auch BELLMANN, MEINL und RAEUBER, 1965, dort weitere Literatur).

Während sich bei einjährigen Pflanzen der Wachstumsverlauf relativ gut in einzelne Entwicklungsabschnitte gliedern läßt, ist dies bei zweijährigen nicht immer der Fall. Bei unserem Untersuchungsobjekt, dem Futterkohl, verläuft die vegetative Entwicklung im ersten Jahr ohne diese visuell gegenüberliegenden abgrenzbaren Abschnitte. Die Kontinuität

der Veränderungen macht es praktisch unmöglich, den Entwicklungsrythmus zu erkennen. Auch das Fehlen von Anhaltspunkten über den Wachstumsabschluß, das optimale Stadium für die Massenbildung, den Zeitpunkt des Gesamtmasenmaximums u. a. m., schienen eine Untersuchung dieser Fragen zu rechtfertigen.

In vorliegender Arbeit werden deshalb die Massenzunahme bei einigen Futterkohlfarben unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklungsabschnitte und Ertragsmerkmale untersucht und aus den Ergebnissen Folgerungen für die Futterkohlzüchtung abgeleitet. In einer weiteren Arbeit wird dann über Inhaltsstoffe und Qualität im Verlauf des Wachstums und der Entwicklung zu berichten sein.

#### Material und Methode

Die Untersuchungen wurden an verschiedenen Futterkohlfarben durchgeführt. Nach MANSFIELD (1959) gehören diese bzw. — wenn es sich um Kreuzungen handelt — deren Kreuzungspartner zu folgenden Convarietäten und Varietäten von *Brassica oleracea* L.:

Markstammkohl	— convar. <i>acephala</i> DC var. <i>medullosa</i>
Braunkohl	— convar. <i>acephala</i> DC var. <i>sabellica</i>
Rosenkohl	— convar. <i>oleracea</i> L. var. <i>gemmifera</i> DC
Wirsingkohl	— convar. <i>capitata</i> L. var. <i>sabauda</i> L.
Blumenkohl	— convar. <i>botrytis</i> L. var. <i>botrytis</i> L.

Im einzelnen handelte es sich um die nachstehend beschriebenen fünf Populationen:

Markstammkohl (Moellier blanc), Abb. 1: Sorte aus Frankreich. Ziemlich hoher Typ mit dickem Stamm. Großes, glattes, normal gelapptes Blatt mit ziemlich dünnem Blattstiel.

Markstammkohl (Langenstein Stamm 2), Abb. 2: Zuchstamm aus Langenstein (DDR). Mittelhoher Typ mit ziemlich dickem Stamm. Großes, normal gelapptes, rund- bis spitzovales Blatt mit glattem Rand.

Braunkohl × Markstammkohl, Abb. 3:  $F_2$ -Population aus Groß-Lüsewitz (DDR). Hoher Typ mit dünnem Stamm. Mittelgroßes, länglich bis spitzes, gelapptes Blatt mit gewelltem Rand und ziemlich dünnen Blattstielen.

Braunkohl × Rosenkohl, Abb. 4:  $F_2$ -Population aus Groß-Lüsewitz. Kaum mittelhoher Typ mit rosenkohlartiger Beblätterung des ziemlich dünnen Stammes. Mittelgroßes, gelapptes Blatt mit gewelltem Rand und dünnen, langen Blattstielen.

Blumenkohl × Wirsingkohl, Abb. 5:  $F_2$ -Population aus Groß-Lüsewitz. Niedriger Typ mit mittelgroßen, rundlichen Blättern und glattem Rand, blässige Blattfläche. Kurze Blattstiele.

Die Versuche wurden in den Jahren 1961 und 1962 in Groß-Lüsewitz auf lehmigem Sand mit der Bodenwertzahl 42 durchgeführt. Als Grunddünger verabreichten wir 40 kg/ha  $P_2O_5$  und 80 kg/ha  $K_2O$  und vor dem Pflanzen 80 kg/ha N. Nach Anzucht der Pflanzen wurden diese 1961 am 14. 6. und 1962 am 28. 6. mit einem Abstand von 62,5 × 40,0 cm in das Freiland gepflanzt.

Beginnend am 14. 7. 1961 bzw. am 16. 7. 1962 wurden im Abstand von 8 Tagen bis Ende November je 25 Pflanzen jeder Population geerntet und die Frischmasse der Einzelpflanzen bestimmt. Die 5 dem Populationsmittel am nächsten liegenden Pflanzen wurden weiter verarbeitet. Wir ermittelten die Frischmasse (FM) und Trockenmasse (TM) der Fraktionen Stamin, Blattspreite und Blattstiel, den Roh-



Abb. 1. Markstammkohl (Moellier blanc).



Abb. 2. Markstammkohl (Langenstein St. 2).



Abb. 3. Braunkohl × Markstammkohl.



Abb. 4. Braunkohl × Rosenkohl.



Abb. 5. Blumenkohl × Wirsingkohl.

protein-, Reinprotein- und Rohfasergehalt der Fraktionen, die Blattzahl und Blattfläche. Aus der Trockenmassezunahme bezogen auf die Blattfläche ( $g/dm^2$ ) bzw. auf die Blatttrockenmasse ( $g/g$  Blatt-TM) wurde die Assimilationsleistung (AL) errechnet (WALTER, 1948)<sup>1</sup>.

### Ergebnisse

#### Verlauf der Trockenmassezunahme

Der Verlauf der Trockenmassezunahme bei den geprüften Populationen folgt der typischen S-förmigen Wachstumskurve (Abb. 6). Abgesehen von dem durch höhere Temperaturen während der Vegetationszeit 1961 bedingten größeren Endertrag und der in der Regel geringeren Ertragshöhe der Kombi-

<sup>1</sup> Für die gewissenhafte und umfangreiche Arbeit bei der Versuchsdurchführung sei auch an dieser Stelle den landw. techn. Ass. Frau M. GALL und Herrn H. GöSSLER sowie den Facharbeiterin Fräulein R. JÄGER herzlich gedankt.

nationen mit Gemüsekohlen und Braunkohl, verläuft die Wachstumskurve bei allen Populationen in den zwei Versuchsjahren fast gleich. Etwa 120 bis 130 Tage nach dem Pflanzen wird praktisch das Maximum der Gesamtmasse erreicht. Das dem Futterkohl unter unseren Klimabedingungen oft zugesprochene starke Massenbildungsvormögen noch im November und Dezember kann von uns nicht be-

metrischen Auswertung unterzogen werden. Wie bekannt, versteht man unter Allometrie das Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeit einzelner Teile eines Organismus zueinander oder zum Gesamtorganismus. Da das Wachstum einer Exponentialfunktion folgt, muß die Abhängigkeit der Einzelgrößen ( $y$ ) vom Gesamtorganismus ( $x$ ) im doppelt-logarithmischen System linear sein.

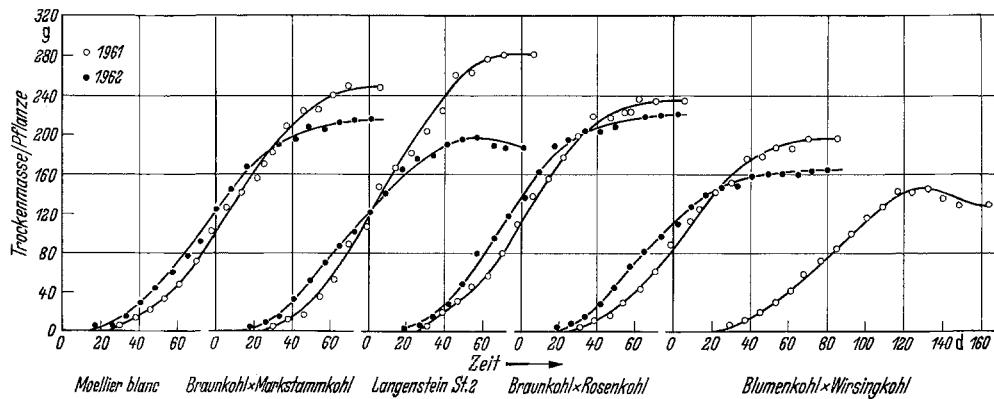


Abb. 6. Zeitlicher Verlauf der Gesamt-trockenmassenbildung in den Jahren 1961 und 1962.

stätigt werden. Da in diesen Monaten die für das Wachstum bereits ungünstigen Photo- und Nachttemperaturen von 13,5 bzw. 9,5 °C weit unterschritten werden (RAEUBER, SCHWEIGER und MEINL, 1965) und auch die photosynthetisch aktive Radiation (FAR) in den meisten Fällen nicht mehr ausreicht, kann eine wesentliche Massenzunahme auch nicht erwartet werden.

Das Mitte Oktober einsetzende deutliche Abnehmen des Ertragszuwachses ist in erster Linie temperaturbedingt. Obwohl 1961 die Monatsmitteltemperaturen des September und Oktober um 3,2 bzw. 1,5 °C über denen des Jahres 1962 lagen, beendeten die geprüften Populationen ihre Massenzunahme nicht wesentlich später als 1962, woraus ein gewisser endogen bedingter Wachstumsabschluß vermutet werden kann.

Wie Abb. 6 zeigt, nimmt bei allen Populationen der Ertragszuwachs zum gleichen Zeitpunkt deutlich ab. Auch die Kombination Blumenkohl × Wirsingkohl braucht — trotz der Einjährigkeit des einen Elters — die Wachstumszeit von 120 Tagen zur Ausbildung ihres Maximalertrages, sofern dieser Typ nicht schon vorher in die generative Phase eintritt. Die Hoffnung, mit dieser Kombination einen schnellwachsenden Typ für den Anbau als Sommerzwischenfrucht zu erhalten, hat sich damit nicht bestätigt.

Ein Abschluß der Massenzunahme 120–130 Tage nach dem Pflanzen bedeutet bei einer üblichen Pflanzzeit um Mitte Juni, daß bereits Mitte bis Ende Oktober die Nutzung des Futterkohls erfolgen kann. Die später einsetzenden Prozesse beschränken sich im wesentlichen auf eine Umlagerung der Nährstoffe aus dem alternden und abfallenden Blatt in den Stamm ohne einen lohnenden Stoffgewinn. Inwieweit diese Vorgänge mit Qualitätsveränderungen verbunden sind, soll in der bereits erwähnten weiteren Arbeit behandelt werden.

#### Wachstumsabschnitte

Die in vorliegenden Untersuchungen erhaltenen Werte der Massenzunahme sollen vorerst einer allo-

Über den Anstieg der Geraden entscheidet die Allometriekonstante, die gleichzusetzen ist mit dem Regressionskoeffizienten des allometrischen Wachstums. Ändern sich die relativen Wachstums geschwindigkeiten der Einzelteile, so treten Knicke in den Geraden auf. Diese Knicke charakterisieren Wachstumsabschnitte und damit eine Formveränderung der Pflanzen (ENGEL u. RAEUBER, 1962).

In den Abb. 7 und 8 ist das allometrische Wachstum der 5 untersuchten Futterkohl-Populationen dargestellt. Dem logarithmischen Maßstab auf der Abszisse und Ordinate wurden dabei absolute Zahlen beigeordnet. Die Werte für die Gesamtmasse liegen auf der Diagonalen, da für die Gesamtmasse  $x = y$  ist.

Wie den Abbildungen zu entnehmen ist, ordnen sich die Meßwerte von Stamm, Blattspreite und Blattstiel recht gut in Geraden an, die als Ausdruck der Änderung des Verteilungsmechanismus der Assimilate Knicke aufweisen und damit Wachstumsabschnitte charakterisieren. Bei den untersuchten Formen sind drei Wachstumsabschnitte zu erkennen. Lediglich bei den Markstammkohlen Moellier blanc und Langenstein St. 2 ist 1961 der 1. Abschnitt nicht nachweisbar. Wir möchten die Wachstumsabschnitte wie folgt bezeichnen:

Abschnitt 1, Jugend: Zeitraum der Ausbildung des Primärblattes bis zum Beginn des sekundären Dickenwachstums des Stammes. Relativ gleiche Massenzunahme bei Stamm, Blattspreite und Blattstiel.

Abschnitt 2, Massenzunahme: Zeitraum der größten Massenzunahme. Die relative Wachstums geschwindigkeit des Stammes ist größer als die der Blattspreite und etwa gleich der des Blattstieles.

Abschnitt 3, Stoffumlagerung: Stoffumlagerung aus Blattspreite und Blattstiel in den Stamm. Bei den Markstammkohlen erfolgt noch ein beträchtlicher, bei den Kombinationen mit Gemüse- und Braunkohl ein kaum nachweisbarer absoluter Stoff gewinn.

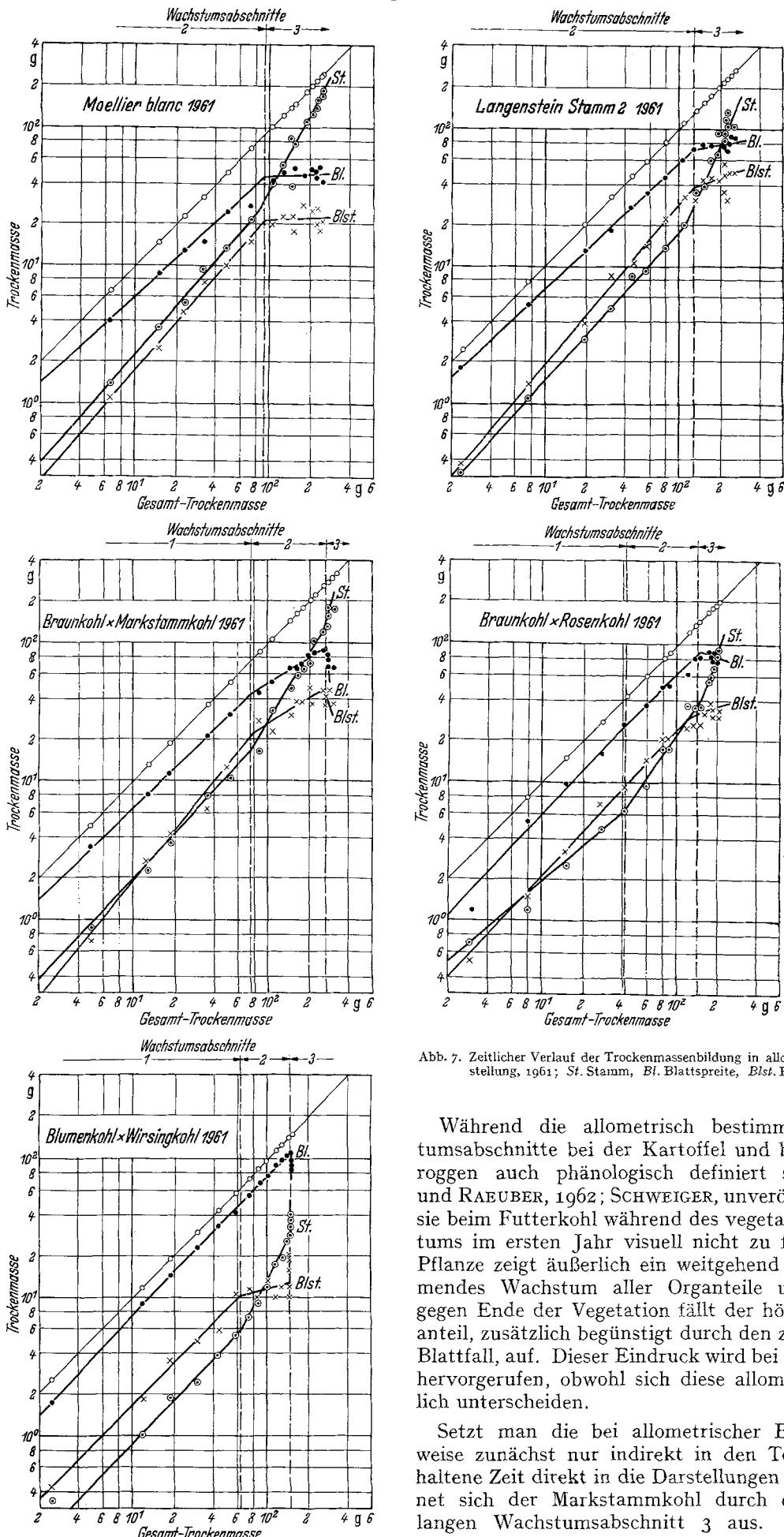


Abb. 7. Zeitlicher Verlauf der Trockenmassenbildung in allometrischer Darstellung, 1961; St. Stamm, Bl. Blattspalte, Blst. Blattstiel.

Während die allometrisch bestimmten Wachstumsabschnitte bei der Kartoffel und beim Winterroggen auch phänologisch definiert sind (ENGEL und RAEUBER, 1962; SCHWEIGER, unveröffentl.), sind sie beim Futterkohl während des vegetativen Wachstums im ersten Jahr visuell nicht zu fixieren. Die Pflanze zeigt äußerlich ein weitgehend übereinstimmendes Wachstum aller Organteile und lediglich gegen Ende der Vegetation fällt der höhere Stammanteil, zusätzlich begünstigt durch den zunehmenden Blattfall, auf. Dieser Eindruck wird bei allen Formen hervorgerufen, obwohl sich diese allometrisch deutlich unterscheiden.

Setzt man die bei allometrischer Betrachtungsweise zunächst nur indirekt in den Terminen enthaltene Zeit direkt in die Darstellungen ein, so zeichnet sich der Markstammkohl durch einen relativ langen Wachstumsabschnitt 3 aus. Bei Moellier

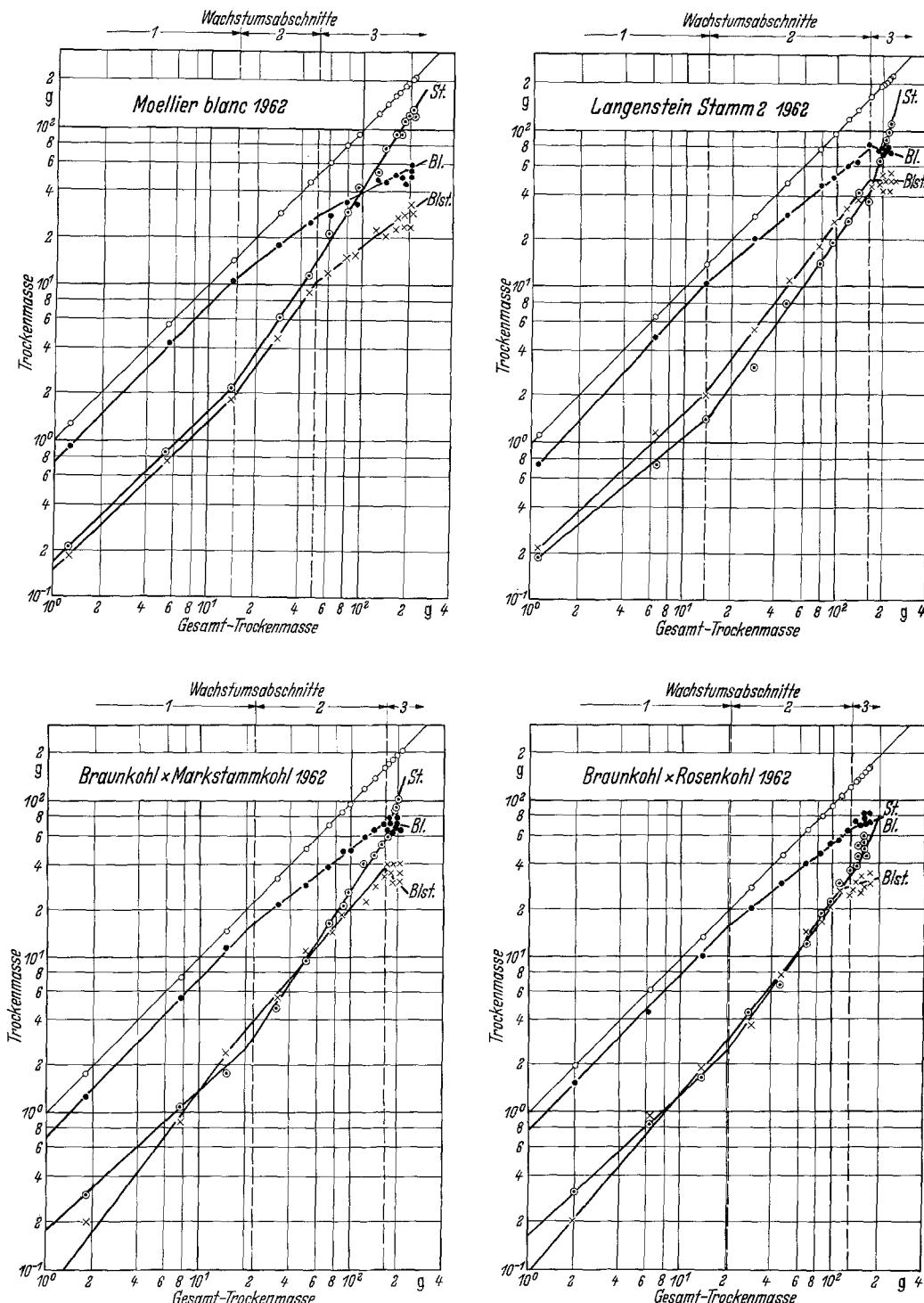


Abb. 8. Zeitlicher Verlauf der Trockenmassenbildung in allometrischer Darstellung, 1962; St. Stamm, Bl. Blattspreite, Blst. Blattstiell.

blanc beginnt dieser Abschnitt bereits ca. 60 Tage, bei Langenstein St. 2 ca. 30 Tage vor Beendigung der größten Gesamtmassezunahme. Beide Sorten speichern also bereits während der Periode der größten Massenzunahme Kohlenhydrate im Stamm, woraus letztlich ihr hoher Stammanteil resultiert. Der am frühesten mit dem Wachstumsabschnitt 3 beginnende Moellier blanc hat den höchsten Stammanteil an der Gesamtmasse und den größten Stamm durchmesser (Tab. 1).

Bei den Braunkohl- und Gemüsekohlkombinationen dagegen beginnt der 3. Wachstumsabschnitt erst bei bzw. unmittelbar vor Beendigung der größten Gesamtmassezunahme. Da dieser Zeitpunkt, wie

bereits gezeigt wurde, bei allen geprüften Formen ca. 120 Tage nach dem Pflanzen liegt, verbleibt ihnen nur noch eine kurze Zeitspanne zur Speicherung der Nährstoffe im Stamm. Als Ursache dieses späten Speicherungsbeginns könnte bei diesen Kombinationen der dünne Stamm gesehen werden. Das fehlende bzw. nur schwach ausgebildete Speicherorgan ermöglicht der Pflanze keine nennenswerte Einlagerung von Reservestoffen. Anderseits haben wir in phänometrischen Untersuchungen (RAEUBER SCHWEIGER und MEINL, 1965) für diese Formen nachweisen können, daß sie auf die Ungunst der Umweltparameter stärker reagieren als die reinen Markstammkohle. Es kann daher der Fall eintreten, daß

Tabelle 1. Durchmesser und Holzgehalt der Sproßachse bei den untersuchten Futterkohlen.

	Durchmesser mm			Holzgehalt % in der TM		
	Schnitthöhe 10 - 15 cm	Ende 1/3	Ende 2/3	Schnitthöhe	Ende 1/3	Ende 2/3
Moellier blanc	55	54	48	32	24	20
Langenstein St. 2	41	39	33	35	28	23
Braunkohl × Markstammkohl	32	31	28	44	35	30
Braunkohl × Rosenkohl	28	28	25	56	47	40
Blumenkohl × Wirsingkohl	38	36	31	36	29	25

das späte Erreichen der 3. Entwicklungsphase unter den dann ungünstigen Witterungsbedingungen die volle Entfaltung der noch möglichen Stoffbildung beeinträchtigt.

Vermutlich werden beide Umstände mitwirken, wobei wir den erstgenannten genetisch bedingten morphologischen und anatomischen Verhältnissen das größere Gewicht beimesen möchten.

Ein abweichendes Verhalten zeigt die infolge Saatgutmangels leider nur einjährig geprüfte Form Blumenkohl × Wirsingkohl. Wie der Abb. 5 zu entnehmen ist, traten hier während der Versuchsperiode bereits Pflanzen mit Blütenständen auf. Obwohl diese Pflanzen eliminiert wurden, zeigten einige der geernteten und noch nicht blühenden am Vegetationskegel bereits deutliche Umstimmungen zur generativen Phase. Die Massenzunahme beim Blattstiel wird durch z. T. mit erfaßte schossende Blütenstände erklärt. Aus dem Verlauf der Regressionsgeraden in diesem Abschnitt wird der bereits erfolgte generative Umschlag deutlich.

Die in den Abb. 7 und 8 dargestellten Regressionslinien des allometrischen Wachstums wurden berechnet und die Regressionskoeffizienten nach LINDER (1951) statistisch verglichen. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 zusammengefaßt. Dem Nachweis eines allometrischen Abschnittes ist Genüge getan, wenn

nur bei einem Organ signifikante Unterschiede zwischen den Regressionskoeffizienten festgestellt werden. Da sich die Massen der einzelnen Pflanzenteile zur Gesamtmasse ergänzen, müssen zwangsläufig bei mindestens einem anderen Organ Knicke auftreten, auch wenn diese aus irgendwelchen Gründen nicht nachgewiesen bzw. statistisch gesichert werden können.

Bei den Markstammkohlen ist der Wachstumsabschnitt 1 (Jugend) infolge der schnellen Jugendentwicklung dieser Formen nur durch wenig Werte belegt. Die Verschiedenheit der Regressionskoeffizienten ist deshalb nicht nachweisbar. Bei den Braunkohl- und Gemüsekohlpopulationen reichen die entsprechenden Werte zur Sicherung der Verschiedenheit der Regressionskoeffizienten aus, was gleichzeitig auf die langsame Jugendentwicklung dieser Formen hinweist. Die Jugend ist charakterisiert durch eine fast gleiche Allometrie aller Organe mit der Allometriekonstanten 1, wobei der Stamm eine Tendenz zu negativer Allometrie zeigt (Allometriekonstante < 1).

Im 2. Wachstumsabschnitt (Massenzunahme) ist für alle Formen die deutlich ausgeprägte positive Allometrie des Stammes (Allometriekonstante > 1) und — mit Einschränkung — die des Blattstieles charakteristisch, während die Blattspreite negative

Tabelle 2. Regressionskoeffizienten des allometrischen Wachstums und Prüfung ihrer Verschiedenheit.

			Wachstumsabschnitt 1		Wachstumsabschnitt 2		Wachstumsabschnitt 3	
			b	n	1:2 P%	b	n	2:3 P%
Moellier blanc	1961	Blattspreite				0,89		<0,1
		Blattstiel				1,13	6	<0,1
		Stamm				1,15		<0,1
	1962	Blattspreite	+		>5,0	0,57		4,8
		Blattstiel	+	2	>5,0	1,25	3	<0,1
		Stamm	+		>5,0	1,59		>5,0
Langenstein St. 2	1961	Blattspreite				0,92		<0,1
		Blattstiel				1,17	8	>5,0
		Stamm				1,09		<0,1
	1962	Blattspreite	+		>5,0	0,81		<0,1
		Blattstiel	+	2	>5,0	1,25	8	4,1
		Stamm	+		>5,0	1,40		2,0
Braunkohl × Markstammkohl	1961	Blattspreite	0,94		<0,1	0,67		<0,1
		Blattstiel	1,15		0,26	0,57	7	4,4
		Stamm	1,05		<0,1	1,71		>5,0
	1962	Blattspreite	1,02		<0,1	0,72		1,4
		Blattstiel	1,16	3	>5,0	1,09	8	1,1
		Stamm	0,86		<0,1	1,52		0,75
Braunkohl × Rosenkohl	1961	Blattspreite	1,06		>5,0	0,92		0,22
		Blattstiel	1,05	5	3,0	0,54	6	>5,0
		Stamm	0,80		1,3	1,43		4,9
	1962	Blattspreite	1,00		<0,1	0,77		>5,0
		Blattstiel	1,14	3	>5,0	1,30	7	1,1
		Stamm	0,90		0,17	1,43		0,81
Blumenkohl × Wirsingkohl	1961	Blattspreite	0,99		>5,0	0,87		*
		Blattstiel	1,01	6	>5,0	0,31	8	>5,0
		Stamm	1,01		<0,1	2,05		*

b = Regressionskoeffizient

n = Anzahl der Termine innerhalb des jeweiligen Wachstumsabschnittes

\* = Wegen des geringen n eine Berechnung nicht möglich

Tabelle 3. Prüfung der Verschiedenheit (P %) von Assimilationsleistung, Blattfläche und Blattfaktor bei den untersuchten Kohlformen 1962.

	Assimilationsleistung		Blattfläche	Blattfaktor
	Zuwachs TM (g) Blattfläche (dm <sup>2</sup> )	Zuwachs TM (g) Blatt-TM (g)	dm <sup>2</sup> Pflanze	Blatt-TM (g) Blattfl. (dm <sup>2</sup> )
Moellier blanc : Langenstein St. 2	0,9	0,9	<0,1	>5,0
Moellier blanc : Braunkohl × Markstammkohl	3,0	0,9	0,2	1,1
Moellier blanc : Braunkohl × Rosenkohl	0,6	<0,1	>5,0	<0,1
Langenstein St. 2 : Braunkohl × Markstammkohl	>5,0	>5,0	<0,1	<0,1
Langenstein St. 2 : Braunkohl × Rosenkohl	>5,0	<0,1	<0,1	<0,1
Braunkohl × Markstammkohl : Braunkohl × Rosenkohl	4,4	0,1	0,6	0,4

Allometrie zeigt. Hieraus wird deutlich, daß die Massenzunahme der Blattspreite der des Blattstieles vorausläuft. Obwohl beide Organe schlechthin zum Blatt gehören, zeigen sie einen unterschiedlichen Verlauf der Massenzunahme, was ihre getrennte Be- trachtung rechtfertigt.

Noch deutlicher ist die positive Allometrie des Stammes im 3. Wachstumsabschnitt (Stoffumlage- rung) ausgeprägt. Die relativ sehr starke Massenzunahme des Speicherorgans ist hier mit negativer Allometrie der Blattspreite und des Blattstieles ge- paart. Die negativen Vorzeichen vor den Allometriekonstanten der Blattspreite und des Blattstieles bei einigen Formen zeigen an, daß im 3. Wachstums- abschnitt diese Organe einen echten Stoffverlust zu- gunsten des Stammes erleiden.

Mit Ausnahme der Kombination Braunkohl × Ro- senkohl im Jahre 1962 sind die Regressionskoeffizien-

ten des 2. und 3. Wachstumsabschnittes mindestens bei einem Organ signifikant verschieden. Damit ist der Beweis unterschiedlicher Verteilungsmechanis- men der Assimilate und damit einer Formverände- rung der Pflanze in diesen Abschnitten gegeben.

#### Assimilationsleistung und Blattfläche

Die Trockenmassezunahme bezogen auf die Einheit Blattfläche (g/dm<sup>2</sup> Blattfläche) bzw. auf die Blatt- trockenmasse (g/g Blatt-TM) ließ über die gesamte Versuchsdauer in beiden Jahren den bekannten Verlauf erkennen, wonach die rasche Vergrößerung des Blattareals zu einer Verringerung der Produktivität führt (Abb. 9). Überraschenderweise waren, ent- gegen den bisher innerhalb anderer Pflanzenarten festgestellten Verhältnissen, die sich zwischen den einzelnen Idiotypen ergebenden Differenzen im Mit- tel der Vegetationszeit größtenteils signifikant, was besonders bei der Beziehung g/g Blatt-TM deutlich wird (Tab. 3). Die relativ blattarme Form Moellier blanc ist allen anderen Formen hinsichtlich der AL signifikant überlegen, die Kombination Blumen- kohl × Wirsingkohl (nur 1961 geprüft) unterlegen.

Da in diesem üblichen globalen Vergleich der AL der unterschiedliche Wachstumsrhythmus der einzelnen Formen unberücksichtigt bleibt, haben wir die mittlere AL für jeden der 3 Entwicklungs- abschnitte ausgerechnet (Tab. 4).

Tabelle 4. Mittlere Assimilationsleistung während der allo- metrischen Abschnitte.

Wachstums- abschnitte	Braunkohl × Rosenkohl	Braunkohl × Markstammkohl	Langenstein Stamm 2	Moellier blanc
Assimilationsleistung/Blattfläche				
1	0,74	0,71	0,71	0,87
2	0,36	0,39	0,41	0,53
3	0,08	0,16	0,15	0,29
Assimilationsleistung/Blatttrockenmasse				
1	1,17	1,19	1,37	1,82
2	0,48	0,54	0,64	0,92
3	0,08	0,20	0,20	0,38

Die Signifikanzgrenze konnte wegen der unter- schiedlichen n-Zahl in den einzelnen Abschnitten nicht bestimmt werden. Trotzdem wird erkennbar, daß Moellier blanc den anderen Formen in jedem Ab- schnitt klar überlegen ist. Dies gilt sowohl für die Bezugsgröße Blattfläche als auch Blatttrockenmasse.

Auch der Faktor aus Blatttrockenmasse/Blattfläche erfährt im Lauf der Entwicklung eine Veränderung. Er steigt im Durchschnitt der Populationen von Vegetationsbeginn (0,64) bis Vegetationsende (0,88)

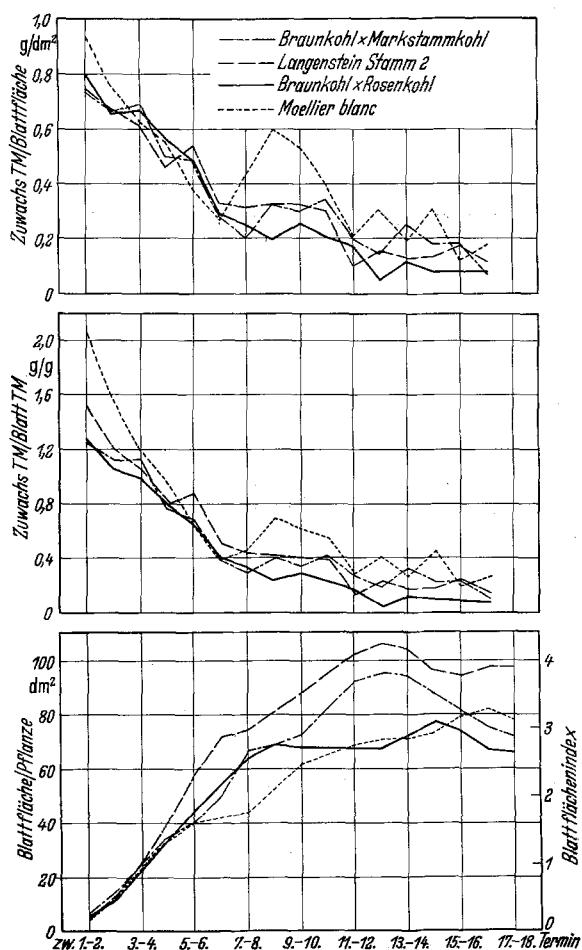


Abb. 9. Verlauf der Assimilationsleistung (bezogen auf die Blattfläche und Blatt- trockenmasse) und der Blattfläche, 1962.

an und ist bei den Markstammkohlen niedriger als bei den Braunkohl-Kombinationen. Insgesamt gesehen liegt er damit recht hoch, was aber z. T. auf die sehr starken Rippen zurückzuführen sein dürfte. Aus der Höhe dieser Werte und der AL läßt sich ableiten, daß das TM-ärmere Blatt pro Fläche und g TM die höchste Assimilationsleistung brachte. Ferner ist beachtenswert, daß im Mittel des Versuches der Quotient aus Blatttrockenmasse/Blattfläche für die beiden reinen Markstammkohle fast gleich ist, während die Differenzen zu den anderen Formen signifikant sind (Tab. 3).

Die Trockenmassenproduktion wird — neben der AL — durch den absoluten Umfang der Assimilationsfläche bestimmt. Die Blattfläche/Pflanze bzw. der Blattflächenindex ( $4 \text{ Pflanzen}/\text{m}^2$ ) zeigen bei den untersuchten Formen eine der AL gegenüberliegende, jedoch unterschiedlich ausgeprägte Tendenz (Abb. 9). Moellier blanc mit der größten AL hat den niedrigsten Blattflächenindex von max. 3.2 (1961 max. 3.6). Diese Größenordnung befindet sich in sehr guter Übereinstimmung mit den von BROUGHAM (1960) sowie WATSON und FRENCH (1962) angegebenen Werten. Langenstein St. 2 fällt durch den während der gesamten Vegetationsperiode größten Blattflächenindex auf, während seine AL ebenfalls ziemlich hoch liegt. Diese Sorte ist damit die ertragreichste unter den geprüften. Das entgegengesetzte Extrem stellt die Kombination Braunkohl × Rosenkohl mit der niedrigsten AL und einem ebenfalls niedrigen Blattflächenindex dar. Das Produkt aus AL × Blattfläche = mittlerer Trockenmassenzuwachs ist also bei den verschiedenen Populationen nicht konstant und bietet Möglichkeiten pflanzenzüchterischer Veränderungen von beiden Faktoren her.

Berechnet man aus der Blattfläche und der AL, die in Abb. 9 dargestellt sind, den mittleren Trockenmassenzuwachs/Woche, so bleibt dieser während der Vegetationszeit etwa vom 4. bis 12. Termin praktisch gleich. Danach (ab Mitte Oktober) nimmt die Blattfläche nicht weiter zu, so daß der Trockenmassenzuwachs — entsprechend der sinkenden AL — nun ziemlich stark abfällt und auf einem niedrigen Niveau bis Vegetationsende verläuft. Zu Vegetationsbeginn steigt mit der Blattfläche — trotz abnehmender AL — der Trockenmassenzuwachs etwa bis zum 4. Termin (Anfang August) steil an. Diesen Anstieg noch steiler zu gestalten wird eine weitere Aufgabe der Pflanzenzüchtung sein.

In der Abb. 10 sind die wichtigsten mit der Produktivität des Individuums zusammenhängenden Größen nochmals für das Jahr 1962 zusammengestellt. Die 1961 ermittelten Kenngrößen stimmen im wesentlichen mit den hier dargestellten überein.

Das gute Abschneiden der Sorte Moellier blanc hinsichtlich seiner AL gibt noch zu weiteren Überlegungen Anlaß. Wie Tab. 1 zeigt, verfügt diese Form über die dicksten und holzärmsten Sproßachsen; die Formen mit einer geringeren AL besitzen wesentlich dünnere und stärker verholzte Sproßachsen. Es liegt daher nahe, in dem unterschiedlichen Speicherungs- bzw. Verwertungsvermögen die Ursache für die höhere bzw. geringere Produktivität der Blattfläche zu suchen.

Die Speicherung der Assimilate erfolgt erfahrungsgemäß im Mark der Sproßachse, das im Zuge eines

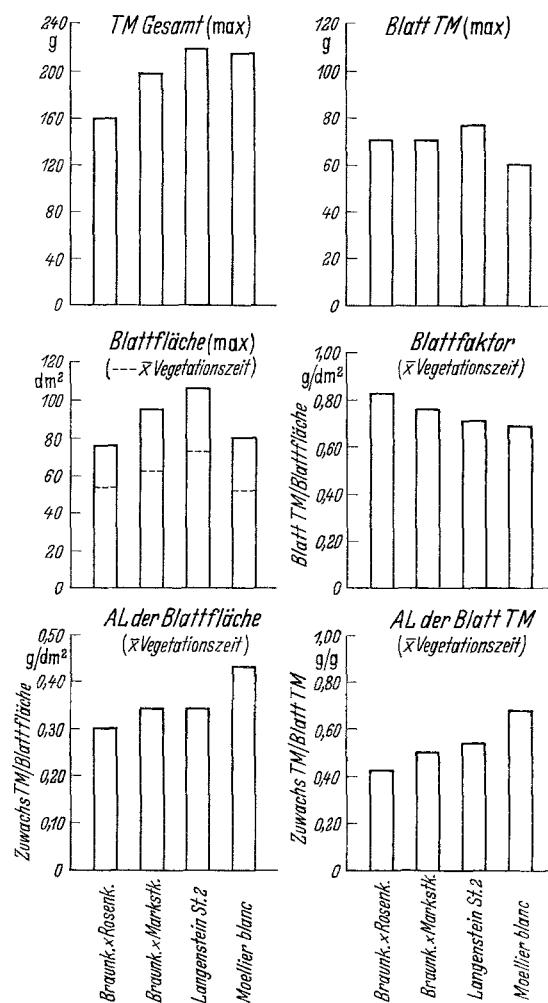


Abb. 10. Wesentliche Kenngrößen für die Stoffproduktion von Futterkohl.

mehr oder minder stark ausgeprägten primären Erstarkungswachstums des medullären Types gebildet wird (TROLL und RAUH, 1950). Der Umfang der Stammverdickung wird durch die Intensität der perikinalen Teilungsvorgänge im Vegetationskegel bestimmt. Offensichtlich gibt es bei diesem Merkmal bei den einzelnen Typen der Futterkohle beachtliche Differenzen, wie aus den Werten der Tab. 1 hervorgeht. Nun kommt es allerdings im scheitelfernen, vornehmlich im Kotyledonarbereich, bald zu einem sekundären Dickenwachstum der Achse, das mit zur endgültigen Form des Stammes beiträgt. Das hierbei gebildete Holz gibt dem Stamm seine Festigkeit und „maskiert“ gleichzeitig die primären Erstarkungsprozesse. EFFMERT hatte bereits 1962 über sehr große Differenzen im Holzgehalt und die recht unterschiedliche Verteilung des Holzes in der Sproßachse von Futterkohlen berichtet. Auch aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß hinsichtlich der Intensität der beiden Erstarkungsvorgänge unter den Futterkohlen sehr große Unterschiede bestehen. Während beim Moellier blanc ein außergewöhnlich starkes primäres Erstarkungswachstum von einem schwachen, nur im Kotyledonarbereich umfangreicherem Dickenwachstum begleitet wird, liegen die Verhältnisse bei der Population Braunkohl × Rosenkohl umgekehrt. Bei ihr ist der Holzanteil im letzten Drittel der Sproßachse immer noch höher als in der Basis des Moellier blanc. Da sich, wie TROLL und RAUH ermittelten,

die Markzellen schon im Vegetationskegel je nach späterem Umfang des Markes mehr oder minder stark in der Querrichtung teilen und strecken, müßte sich durch anatomische Untersuchungen schon relativ früh erkennen lassen, wie umfangreich die später einsetzende Erstarkung sein wird.

#### Modell der Massenzunahme

RAEUBER und ENGEL (1963) stellten bei der Kartoffel auf Grund des Nachweises allometrischer Abschnitte und des ähnlichen Verhaltens unterschiedlicher Sorten in diesen Abschnitten ein Modell für

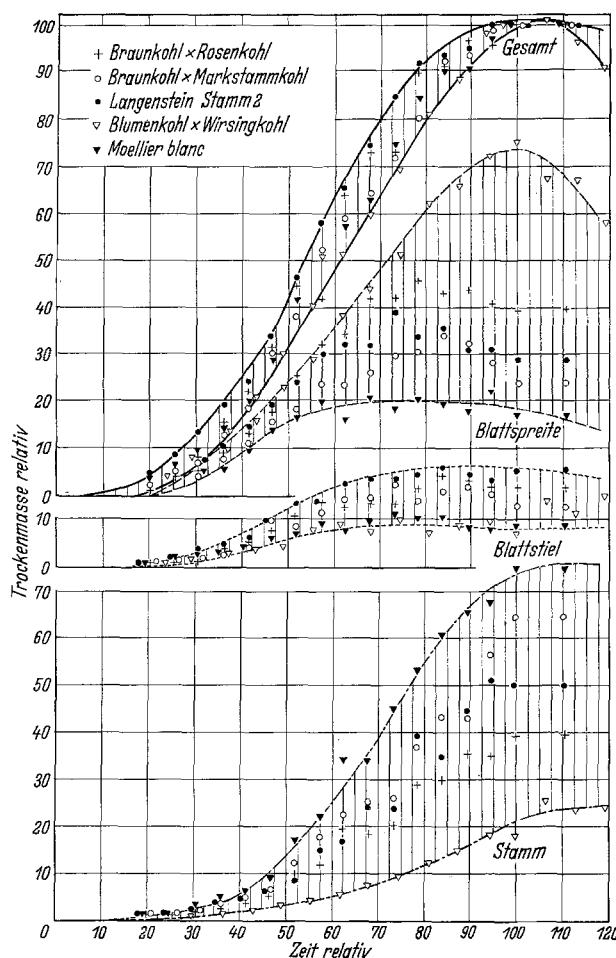


Abb. 11. Verlauf der Trockenmassenzunahme in doppelt relativierter Darstellung (max. Gesamtrohrenmasse für Zeit und Masse = 100).

den Verlauf der Massenzunahme auf. Durch die Relativierung von Masse und Zeit (Verlauf der Massenzunahme auf das Maximum der Gesamtrohrenmasse bezogen, d. h. für Masse und Zeit ist das Maximum der Gesamtrohrenmasse und die zu seiner Bildung verstrichene Zeit = 100 gesetzt) erhielten sie für jedes Teilorgan ein in allen Fällen mehr oder weniger schmales Kurvenband, dessen Begrenzung durch die in der Reifezeit extremen Sorten gegeben wird. Die Autoren folgern, daß sich alle Kartoffelsorten innerhalb dieser Bandbreiten bewegen müssen und sehen hierin eine Gesetzmäßigkeit der Massenzunahme bei der Kartoffel.

Obwohl Sorten mit extremen Reifezeiten einbezogen waren, erhielten wir (SCHWEIGER, unveröffentl.) auch bei Winterroggen nach Relativierung von Masse und Zeit ein Modell der Massenzunahme, welches sich durch sehr schmale Kurvenbänder auszeichnet.

In Abb. 11 ist in gleicher Weise bei den 5 untersuchten Futterkohl-Populationen verfahren worden. Es ist unschwer zu erkennen, daß die einzelnen Populationen einen recht unterschiedlichen Verlauf der Massenzunahme aufweisen. Geradezu extreme Verhältnisse liegen bei den Fraktionen Stamm und Blattspreite vor, die einerseits durch Moellier blanc und andererseits durch die Kombination Blumenkohl × Wirsingkohl gekennzeichnet werden.

Versucht man nach Transformation der allometrischen Wachstumsabschnitte in Zeiteinheiten diese in das Modell einzutragen, so ist keine Übereinstimmung bei den geprüften Formen gegeben. Der Wachstumsabschnitt 3 beginnt bei Moellier blanc etwa nach 40, bei Langenstein St. 2 nach 60 und bei den Braunkohlkombinationen erst nach 70 Zeiteinheiten. Der zeitlich unterschiedliche Verlauf der Massenbildung bezogen auf die Gesamtmasse wird hieraus deutlich.

Bei der hier geschilderten Modellbildung wurde das experimentell ermittelte und zweifelsohne stark umweltbeeinflußte Gesamtmassemaximum gleich 100 gesetzt. Da jedoch keinesfalls feststeht, daß der zu diesem Zeitpunkt erreichte Wert wirklich dem Endpunkt der möglichen Massenentwicklung der einzelnen Sorten entspricht, wählten wir die innerhalb der allometrischen Auswertung ermittelten Umschlagspunkte zwischen dem 2. und 3. Wachstumsabschnitt als neue Fixpunkte für die Modellbildung und setzten sie gleich 100.

Das Ergebnis war insofern enttäuschend, als zwar das Kurvenband für den Blattanteil etwas schmäler wurde, das der Gesamtmasse und der Stammannteile sich jedoch verbreiterte.

Am Beispiel der Blattspreite soll die unterschiedliche Zunahme nach Masse und Zeit bei den untersuchten Populationen nochmals hervorgehoben werden. Während Moellier blanc bereits nach 70 Zeiteinheiten sein Blattmassemaximum erreicht, ist dies bei der Kombination Blumenkohl × Wirsingkohl erst nach 100 Zeiteinheiten der Fall. Die übrigen Populationen liegen bei 70–80 Zeiteinheiten. Die Maxima der Blattspreitenmasse bezogen auf die Maxima der Gesamtrohrenmasse liegen etwa wie folgt:

Moellier blanc	bei 20%
Braunkohl × Markstammkohl	bei 33%
Langenstein St. 2	bei 38%
Braunkohl × Rosenkohl	bei 44%
Blumenkohl × Wirsingkohl	bei 74%.

Aus diesen unterschiedlichen Blattspreitenanteilen am Gesamtertrag folgt deutlich, daß zwischen den Blattspreitenmassen und den Gesamtmasse keine einheitlichen Beziehungen bestehen.

Angesichts der gezeigten Verhältnisse treffen die bei Kartoffeln und Winterroggen belegten Modellvorstellungen in dieser Form für die Massenzunahme bei Futterkohlen nicht zu. Während bei Kartoffeln und Winterroggen eine natürliche Abreife erfolgt, werden bei den Futterpflanzen zu einem durch ökonomische Erwägungen bestimmten Zeitpunkt die vegetativen Teile genutzt und damit zwangsläufig die der Pflanze innewohnenden Gesetzmäßigkeiten der Stoffverteilung an ihrer vollständigen Manifestierung gehindert. Beim Futterkohl speziell wird wahr-

scheinlich der Abschluß der Massenzunahme weniger durch einen endogenen Trend als vielmehr durch die Ungunst der Witterung bestimmt. Das erreichte Massenmaximum muß dann als Bezugsgröße für den Verlauf der Massenzunahme herangezogen werden und könnte die vielleicht vorhandenen Gesetzmäßigkeiten verdecken. Abgesehen davon, daß auch die Wahl eines besser definierten Fixpunktes für die Modellbildung zu keinem besseren Ergebnis führte, scheint es notwendig, diese Fragen an einer nicht durch die Ungunst der Witterung vorzeitig zum Abschluß des vegetativen Wachstums gezwungenen Futterpflanze zu überprüfen.

Abschließend müßte jedoch auch folgende Frage behandelt werden:

Obwohl die untersuchten Populationen alle der gleichen Art *Brassica oleracea* angehören, scheint doch ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Convarietäten und Varietäten mit größeren Unterschieden verbunden zu sein, als dies allgemein bei den unter einer Species zusammengefaßten Formen zu erwarten wäre. Während bei Kartoffeln und Roggen eine recht gute Übereinstimmung der einzelnen Formen innerhalb der Art festzustellen war, lassen die in der Species *Brassica oleracea* zusammengefaßten Typen außergewöhnlich große morphologische Unterschiede erkennen. Verbindende Elemente sind im Blütenaufbau und in der Kreuzbarkeit der verschiedenen Formen untereinander nachzuweisen.

Die große Unterschiedlichkeit der Typen wurde auch für den Verlauf der Massenzunahme und damit für den Verteilungsmechanismus der Assimilate nachgewiesen. Würde man die von ENGEL und RAEUBER (1962) erstmals für Pflanzen nachgewiesene Gesetzmäßigkeit einer relativ gleichen oder zumindest sehr ähnlichen Massenbildung bei Nahverwandten als Test für eine taxonomische Zusammenghörigkeit heranziehen, so wäre der Artbegriff bei *Brassica oleracea* zweifelsohne in Frage gestellt. Da jedoch, wie in der folgenden Abb. 12 dargestellt, selbst bei morphologisch sehr ähnlichen und verwandschaftlich sehr nahestehenden Formen keine Einheitlichkeit im Verlauf der Massenbildung nachzuweisen ist, muß angenommen werden, daß die vorstehend besprochenen Gesetzmäßigkeiten innerhalb der Art *Brassica oleracea* nicht zutreffen.

Die unterschiedlichen physiologischen Reaktionen der in Abb. 12 dargestellten Markstammkohlsorten Moellier blanc und Langenstein St. 2 wurden bereits bei der Darlegung der allometrischen Wachstumsabschnitte deutlich. Während sich das relative Wachstum beider Sorten in den vergleichbaren Abschnitten noch ähnelt, ist die relative Zeit, in der diese Abschnitte durchlaufen werden, bei beiden Sorten sehr unterschiedlich.

### Schlußfolgerungen für die Züchtung

Aus den dargelegten Ergebnissen lassen sich neben den gemachten Aussagen über den Verlauf der Massenbildung einige Hinweise darüber ableiten, auf welche Merkmale und Reaktionen der Züchter im Hinblick auf eine Erhöhung der Ertragsfähigkeit des Futterkohles achten müßte.

Die signifikanten Differenzen zwischen den verschiedenen Idiotypen in der Assimulationsleistung sollten Anlaß für eine Selektion auf dieses Merkmal

sein. Dabei sind Höhe und Verlauf der AL während der Entwicklung zu berücksichtigen. Bedeutsam sind jene Formen, die bereits in frühester Jugend eine hohe AL aufweisen.

Neben der AL ist die Blattfläche ein wesentlicher Faktor für die Ertragsbildung. Die hier vorhandenen Unterschiede zwischen den geprüften und weiteren Formen sind gravierend. Auch wenn mit zunehmender Blattfläche das assimilatorisch wirksame Areal

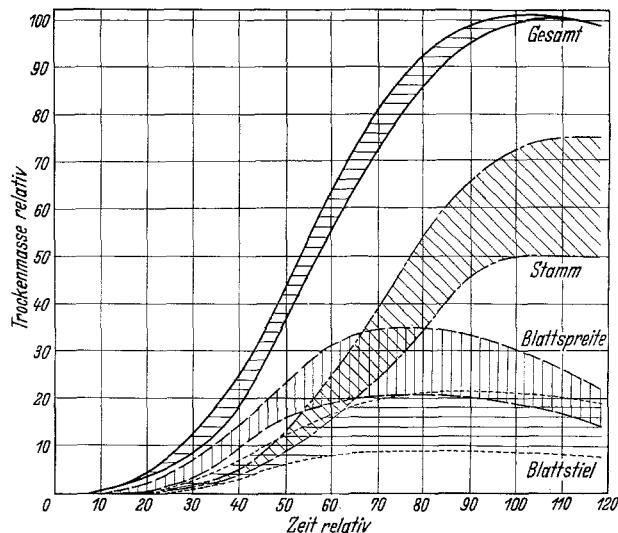


Abb. 12. Modell für den Verlauf der Trockenmassenbildung bei den zwei untersuchten Markstammkohlen (max. Gesamt-trockenmasse für Zeit und Masse = 100).

infolge Lichtmangels bei den unteren Blättern nicht in gleichem Maße zunimmt, sollte — auch aus Qualitätsgründen — die Züchtung auf Ertrag auf einer großen Blattfläche aufbauen. Anzustreben ist dabei gleichzeitig eine hohe AL. Durch Kombination blattreicher mit AL-intensiven Typen ist dieser Weg möglich, wie die Kreuzung Braunkohl × Markstammkohl andeutet. Bei der Ertragsbildung ist stets das Produkt aus Blattfläche × AL wirksam. Die Höhe des Ertrages kann deshalb über die Veränderung eines oder aber beider Faktoren beeinflußt werden. Es sind neben Typen mit extrem hoher oder niedriger Ausbildung eines der beiden Merkmale wahrscheinlich alle möglichen Kombinationstypen zwischen AL und Blattfläche denkbar, so daß der Züchter stets beide Merkmale berücksichtigen muß.

Der geringe Trockenmassengewinn in der Jugend könnte durch eine sehr schnelle Ausbildung des Blattapparates, also durch eine schnelle Jugendentwicklung verbessert werden. Wie bei vielen anderen Pflanzenarten ist auch hier die möglichst schnelle Ausbildung des Assimilationsapparates eine wesentliche Voraussetzung hoher Massenerträge. Dies gilt für Futterkohl im besonderen, da sein Vegetationsbeginn nach dem Pflanzen im Juni bereits ziemlich spät liegt und durch das Drillen noch weiter verzögert wird, so daß die verbleibende Vegetationszeit relativ kurz ist. Für eine Verlängerung der Wachstumszeit im Herbst durch züchterische Maßnahmen wurden keine Anhaltspunkte gefunden, weil der Wachstumsabschluß im wesentlichen umweltbedingt ist.

Aus der allometrischen Auswertung des Materials ergibt sich als wesentlich für die züchterische Praxis der unterschiedliche Speicherungsbeginn. Wird durch die Blattfläche eine zeitig beginnende hohe Stoff-

produktion gewährleistet, so muß zum Erreichen hoher Erträge — neben der weiteren Ausbildung des Blattapparates — die Einlagerung der erzeugten Nährstoffe ebenfalls früh beginnen. Hierzu sind frühspeichernde Typen zu selektieren, die durch intensives primäres Erstarkungswachstum über ein ausreichendes Speicherungsvermögen in der Sproßachse verfügen.

Der hinsichtlich des Massenertrages günstigste Typ des Futterkohles wäre nach dem Dargelegten wie folgt zu charakterisieren: Schnelle Jugendentwicklung, maximale Ausbildung der Blattfläche, hohe Assimilationsleistung je Einheit Blattfläche, frühzeitiger Speicherungsbeginn und großes Speicherungsvermögen. Alle Merkmale zeigen bei den 5 untersuchten Idiotypen eine mehr oder weniger große Variabilität, so daß eine züchterische Beeinflussung als aussichtsreich anzusehen ist. Die Verwirklichung dieses Idealtypes scheint nur bei den reinen Markstammkohlen möglich zu sein, zumal diese auch auf ungünstigere Witterungsverhältnisse weniger stark reagieren als Gemüsekohle und deren Kreuzungsprodukte (RAEUBER, SCHWEIGER und MEINL, 1965). Jedoch können Gemüsekohle wegen ihres oft sehr hohen Blattanteiles als Kreuzungspartner verwendet werden.

Die Futterkohlzüchtung hat neben dem Ertrag noch weitere wesentliche Zuchtziele, wie z. B. Qualität und Winterfestigkeit, zu berücksichtigen. Hierzu sind bestimmte Gemüsekohle und andere Formen unentbehrliche Kreuzungspartner, so daß sich hier bereits der in der Pflanzenzüchtung oft notwendige Kompromiß zwischen Ertrag und einigen qualitätsbestimmenden Faktoren auch beim Futterkohl andeutet.

### Zusammenfassung

An 5 Idiotypen verschiedener Convarietäten und Varietäten von *Brassica oleracea* L. wurde der Verlauf der Massenzunahme untersucht. Trotz unterschiedlicher Höhe des Endertrages erreichten diesen alle Formen nach ca. 120 Tagen. Nach Ende Oktober erfolgte kein wesentlicher Stoffgewinn mehr. Zwischen den Idiotypen treten signifikante Differenzen in der AL und der Blattfläche auf. Zwischen AL und Blattfläche besteht zum Teil eine negative Beziehung (Moellier blanc). Jedoch treten auch Formen mit großer Blattfläche und relativ hoher AL (Langenstein St. 2) und umgekehrt (Braunkohl × Rosenkohl) auf. Das trockensubstanzarme Blatt neigt zu einer höheren AL. Wesentlich für die Massenzunahme ist das Produkt Blattfläche × AL, welches bei den Idiotypen unterschiedlich ist.

Die allometrische Auswertung des Materials ergab 3 Wachstumsabschnitte: (1) Jugend, (2) Massenzunahme und (3) Stoffumlagerung. Die Abschnitte werden von den Idiotypen zeitlich und im Anteil ihrer Organteile zueinander unterschiedlich durchlaufen. Ein allgemeingültiges Modell der Massenbildung relativ nach Masse und Zeit, wie dies bei nahe verwandten Formen (Kartoffel, Winterroggen) möglich ist, wurde deshalb nicht erhalten.

Für die Züchtung von Formen mit hohem Massenertrag ist auf schnelle Jugendentwicklung, hohe AL, große Blattfläche und frühe und umfangreiche Speicherung zu selektieren.

### Summary

In five idiotypes of different convarieties and varieties of *Brassica oleracea* L. the course of bulk increase was examined. Although the amount of ultimate yield varied, all forms reached that stage after about 120 days. Essentially, no more increase of bulk occurred after the end of October. There are significant differences in net assimilation rate (NAR) and leaf surface among the individual idiotypes. To some extent a negative relationship (Moellier blanc) between NAR and leaf surface could be shown, however, there are also forms with large leaf surface and relatively high NAR (Langenstein St. 2) and vice versa (laciniated feather kale × Brussels sprout). Leaves with low content in solids tend to having a higher NAR. The product NAR × leaf surface is important for bulk increase, whose amount varies among the idiotypes.

The allometric interpretation of the material indicated three growth periods:

(1) youth — (2) bulk increase — (3) transfer of plant tissue.

Individual idiotypes pass through these stages differing with respect to time and apportionment of their organic material. It was, therefore, impossible to construct a general model for bulk increase relating bulk to time such as has been feasible for closely related forms (potato, winter rye).

For the purpose of breeding forms of high bulk content one has to select for fast early development, high NAR, large leaf surface, and early and extensive storage.

### Literatur

1. BELLMANN, K., G. MEINL und A. RAEUBER: Mehrjährige phänometrische Untersuchungen an einem größeren Maissortiment in Groß-Lüsewitz. Der Züchter **34**, 273—286 (1965). — 2. BROUHAM, R. W.: The relationship between the critical leaf area, total chlorophyll content, and maximum growth rate of some pasture and crop plants. Ann. Bot. **24**, 463—479 (1960). — 3. EMMERT, B.: Über den Holzgehalt verschiedener Markstammkohlförmen. Der Züchter **32**, 335—338 (1962). — 4. ENGEL, K.-H., und A. RAEUBER: Das allometrische Wachstum der Kartoffel. Z. f. Pflanzenz. **47**, 114—119 (1962). — 5. LINDER, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Basel: Birkhäuser Verlag 1951. — 6. MANSFELD, R.: Vorläufiges Verzeichnis landwirtschaftlich oder gärtnerisch kultivierter Pflanzenarten. Die Kulturpflanze, Beiheft 2. Berlin: Akad.-Verlag 1959. — 7. MEINL, G., u. B. EMMERT: Über einige Probleme der Stoffproduktion bei Futterkohl. Tag.-Ber. DAL Berlin **48**, 179—187 (1962). — 8. RAEUBER, A., und K.-H. ENGEL: Untersuchungen über den Verlauf der Massenzunahme bei Kartoffeln (*Sol. tuberosum* L.) in Abhängigkeit von Umwelt- und Erbgutseinflüssen. Habilitation Univ. Rostock 1963. — 9. RAEUBER, A., W. SCHWEIGER und G. MEINL: Die Abhängigkeit des Wachstums verschiedener Markstamm- und Futterkohle von einigen meteorologischen Faktoren. Der Züchter **35**, 111—117 (1965). — 10. TROLL, W., und W. RAUH: Das Erstarkungswachstum krautiger Dikotylen, mit besonderer Berücksichtigung der primären Verdickungsvorgänge. Sitzungsber. d. Heidelbg. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Kl. 1950. — 11. WALTER, H.: Der Assimilatehaushalt unserer Kulturpflanzen unter feldmäßigen Bedingungen. Biol. Zbl. **67**, 89—94 (1948). — 12. WATSON, D. J.: Comparative physiological studies on the growth of field crops I. Ann. of Bot. N. s. **XI**, 41—76 (1947). — 13. WATSON, D. J., und S. A. W. FRENCH: An attempt to increase yield by controlling leaf-area-index. Ann. appl. Biol. **50**, 1—10 (1962).