

## Fachgebiet 11

Düngung und Qualität

August 1977

5. Folge

### Mineralische Ernährung und Qualität pflanzlicher Produkte

A. Amberger\*)

(Vortrag auf dem Weltdünger-Kongreß in Moskau, Juni 1976)

#### I. Einleitung

Grüne Pflanzen sind bekanntlich in der Lage, über ein hoch kompliziertes lichtempfindliches System die Sonnenenergie auszunutzen und in chemische Energie umzuwandeln. Die aus diesem Prozeß hervorgehenden primären und sekundären Produkte dienen entweder direkt als Nahrung für Mensch und Tier oder sie werden über verschiedene technologische Prozesse weiterverarbeitet.

An diesem Syntheseprozess in der Pflanze sind bestimmte **Mineralstoffe als Pflanzennährstoffe** unumgänglich beteiligt dadurch, daß sie entweder selbst als wesentliche Bestandteile in neugebildete Strukturen und Produkte eingehen, wie z. B. Stickstoff, Schwefel, Phosphor (wir sprechen daher von „Strukturelementen“) oder aber bestimmte Umsetzungsvorgänge bzw. Synthesen in der Pflanze katalysieren, wie Kalium, Magnesium, Mangan usw. (wir sprechen demzufolge von „Funktionselementen“). Neben anderen Faktoren (wie Klima, Sorte, Anbautechnik usw.) bestimmt die Menge an Nährstoffen, die der Pflanze in den jeweiligen Entwicklungsabschnitten zur Verfügung stehen, entscheidend ihre Entwicklung bzw. die Produktion von Inhaltsstoffen.

**Stickstoff** ist vor allem notwendig für die Bildung neuer Strukturen, an denen die photosynthetischen Prozesse ablaufen können, und Enzymen, den Regulatoren des pflanzlichen Stoffwechsels. Stickstoffdüngung fördert das Wachstum in der vegetativen Phase und erhöht damit den Stickstoffgehalt der grünen Pflanzenteile; in der sog. „Kornfüllungsphase“ des Getreides als Spätdüngung angewandt, kommt es zu einer beträchtlichen Anreicherung von Protein in den Reserveorganen des Getreides, nämlich den Körnern.

Die Hauptfunktion des **Kaliums** ist — in Interaktion mit anderen Kationen — in seinem Einfluß auf den Wasserhaushalt der Pflanzenzelle zu sehen mit Auswirkungen auf osmotischen Druck, Turgordruck, Atmung, Enzymtätigkeit usw. Ein optimaler Wassergehalt der Zellen begünstigt Syntheseprozesse, z. B. die Bildung von Protein, Zucker, Stärke usw.; dabei fungiert das Kalium als mehr oder weniger spezifischer Co-Faktor von Enzymen, wie z. B. der

\*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. A. Amberger, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der Technischen Universität München-Weihenstephan, 8050 Freising-Weihenstephan.

Saccharosesynthetase, Stärkesynthetase, Co-A-Synthetase sowie für den Ablauf der Nitratreduktion und Proteinsynthese. Kalimangel ist dagegen durch das Vorherrschen hydrolytischer Enzymtätigkeit (Carbohydrasen, Proteasen usw.) gekennzeichnet.

**Phosphor** ist untrennbar verknüpft mit dem Energiestoffwechsel der Pflanze und daher vor allem dort anzutreffen, wo ein rascher Stoffumsatz bzw. verstärkte Synthese und Einlagerung von wertvollen Pflanzeninhaltsstoffen erfolgt.

Eine wohl balancierte mineralische Ernährung ist daher eine wesentliche Voraussetzung für optimales Wachstum und hohe Stoffproduktion.

Die **Qualität** ist nun kein einheitlich feststehender Begriff, sondern sie wird bestimmt durch den Gehalt an Inhaltsstoffen entsprechend dem jeweiligen Verwendungszweck der erzeugten pflanzlichen Produkte: d. h., diese dienen unmittelbar der **menschlichen** oder **tierischen** Ernährung oder sie sind für ganz bestimmte **technologische Verarbeitungsprozesse** vorgesehen. Demzufolge sprechen wir von Nahrungswert, Futterwert oder technologischem Wert der pflanzlichen Produkte.

In letzter Konsequenz gibt es also **verschiedene Qualitätskriterien** für ein und dasselbe pflanzliche Produkt, je nachdem, **wie** es weiter verwendet wird. Der tatsächliche Wert eines pflanzlichen Nahrungsmittels, so wie es auf den Tisch kommt, ist aber nicht nur das Ergebnis von Klima und Boden sowie agrotechnischer und phytosanitärer Maßnahmen, denn das auf dem Feld erzeugte Produkt kann durch Transport, Lagerung, Konservierungsmaßnahmen, Zubereitung in der Küche usw., oft erhebliche Beeinträchtigungen erfahren. Von diesen Verlusten sind die reinen Kalorienträger, wie Stärke, Zucker usw. in der Regel kaum oder nur wenig betroffen, in sehr starkem Maße dagegen biotische Inhaltsstoffe, wie Vitamine (z. B. Vitamin-A, B-Komplex, Vitamin-C), Mineralstoffe (Calcium, Eisen usw.) oder essentielle Aminosäuren bzw. ungesättigte Fettsäuren.

Die Qualitätskriterien betreffen häufig den technologischen Wert eines Produktes: ein hoher Eiweißgehalt des Mehls verbessert die Backqualität und damit die Verdaulichkeit, ein hoher Zuckergehalt und ein niedriger Anteil an freien Aminosäuren und Amidin in den Zuckerrüben erhöht die Zuckerausbeute in der Fabrik usw.

## **II. Wirkung einer gezielten Mineraldüngung auf die Qualität pflanzlicher Produkte**

Die Ertragsfähigkeit der Böden wurde früher entscheidend bestimmt durch den natürlichen Fluß an Mineralstoffen aus dem Boden. Heute ist die Nachlieferung der Nährstoffe aus dem Boden durch Verwitterung und Mineralisierung längst nicht mehr ausreichend für hohe Erträge, die notwendig sind, um die ständig wachsende Weltbevölkerung ausreichend mit Nahrungsmitteln zu versorgen. Mineraldünger sind daher unersetzbare Produktionsmittel, die richtig angewandt und kombiniert mit modernen Anbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen hohe Produktivität und eine gute Qualität der Erzeugnisse ermöglichen. Neue Hochzuchtsorten sind in der Lage, größere Mengen an Pflanzennährstoffen zu nutzen und damit höhere Erträge zu erzielen als die alten Extensivsorten. Ein steigender Mineraldünger Aufwand in den letzten 30 Jahren führte daher zu einem steilen Anstieg der Durchschnittserträge in der Bundesrepublik Deutschland (5). Davon abgesehen gibt es heute Spitzenbetriebe, die schon weit über diesen Durchschnittszahlen liegen und 80—100 dt/ha Weizen ernten (Abb. 1).

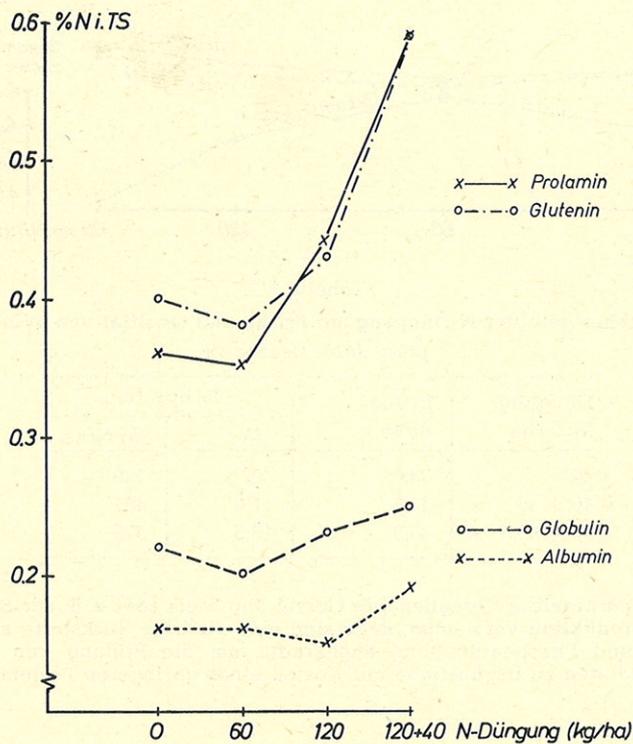
Fachgebiet 11  
Düngung und Qualität

August 1977

5. Folge

Abbildung 2

Einfluß der N-Düngung auf die Proteinfraction im reifenden Weizenkorn  
(nach Amberger und Kühbauch)



Hohe Stickstoffgaben zu Gerste führen nicht nur zu höheren Kornerträgen sondern auch Proteingehalten und -erträgen (4), bedingt durch einen Anstieg der typischen Endospermproteine der Gerste (9), nämlich Hordein (Prolamin) und Hordenin (Glutelin) (Tab. 2, Abb. 4).

Abbildung 3

Einfluß des Stickstoffs auf Stärke, Zucker und Proteinfractionen  
(% in Tr.S.)

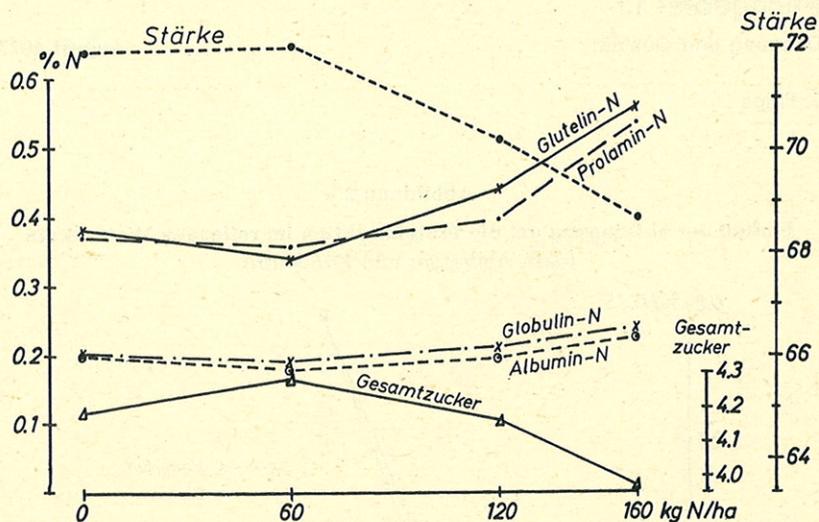


Tabelle 2

Einfluß hoher geteilter N-Düngung auf Ertrag und Qualität von Wintergerste  
(nach Jahn-Deesbach)

Düngung kg N/ha	Ertrag dt/ha	Rohprotein	
		%	kg N/ha
40	39,0	9,2	320
40 + 40	42,6	11,0	401
40 + 40 + 40	45,9	13,5	528

Werden stärkereiche Cerealien wie Gerste und Mais aber z. B. zur **Bier- bzw. Alkoholproduktion** verwendet, dann sind eine niedrige Stickstoff-, aber hohe Kalium- und Phosphatdüngung angebracht, um die Bildung von Reservekohlenhydraten zu begünstigen auf Kosten eines geringeren Proteingehaltes.

2. Ölfrüchte

Raps, Lein usw. sind reich an Öl und Eiweiß und gelten als ausgesprochen düngungsintensive Früchte. Stickstoffdüngung erhöht daher Kornerträge, Rohproteingehalt und Rohproteinerträge beträchtlich, im Falle sehr hoher Gaben teilweise auf Kosten des Fettgehaltes. Die Fettproduktion wird aber im wesentlichen durch die Höhe der Kornerträge bestimmt; die Jodzahlen, welche ein Maß sind für die Menge an biologisch hochwertigen ungesättigten Fettsäuren, zeigen eine steigende Tendenz (Tab. 3).

## Fachgebiet 11

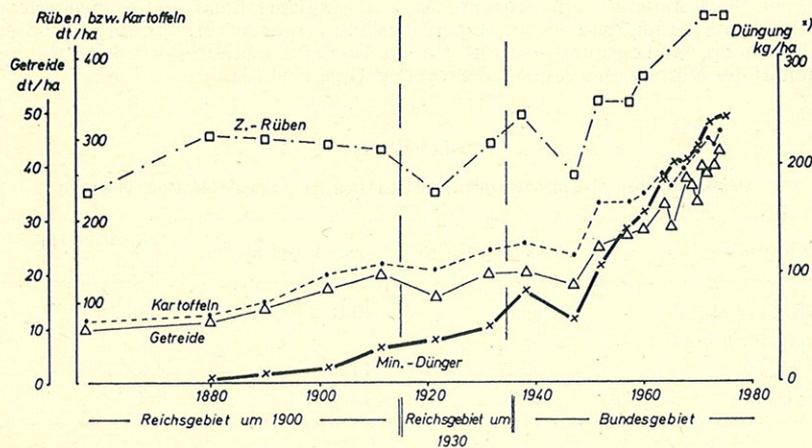
Düngung und Qualität

August 1977

5. Folge

Abbildung 1

### Mineraldüngeraufwand und Erträge (nach Jürgens-Gschwind bzw. Kreisstatistik)



\*) = Summe  $N+P_2O_5+K_2O$

Eine optimale Versorgung der Pflanze mit Mineralstoffen verlangt aber eine ausreichende Zufuhr in den jeweiligen Stadien der Entwicklung, entsprechend dem spezifischen Nährstoffbedürfnis, um also z. B. mehr Ähren-tragende Halme/qm und voll ausgebildete Körner/Ähre oder Zuckerrüben mit einem hohen Zuckergehalt oder Kartoffeln mit hohem Stärkegehalt usw. zu produzieren.

Das Muster, wonach diese Inhaltsstoffe in der Pflanze produziert werden, ist zwar weitgehend genetisch determiniert, innerhalb dieses Bildungsplanes kann aber z. B. das Verhältnis von Protein zu Stärke durch die Düngung deutlich verändert werden. Unter den jeweiligen klimatischen und pedologischen Bedingungen gibt es viele Möglichkeiten, durch wohl überlegte Düngerapplikation, entsprechend dem Bedarf und den Funktionen der Mineralstoffe im pflanzlichen Stoffwechsel, die Synthese der gewünschten Inhaltsstoffe zu betonen. Eine gezielt (d. h. nach Höhe, Form und Zeit) eingesetzte Mineraldüngung ist daher in der Hand des erfahrenen Landwirts ein nützliches Instrument, um hohe Quantitäten und beste Qualität zu produzieren.

### III. Diese allgemeinen Ausführungen sollen nunmehr durch einige Beispiele erläutert werden:

#### 1. Cerealien

Das Weizenkorn setzt sich zusammen aus etwa 70% Kohlenhydraten, 12% Eiweiß, 2% Rohfett und ca. 2% Asche. Stärke ist reiner Brennstoff und topographisch gesehen von der Aleuronschicht nach innen über das ganze Endosperm verteilt. Das Protein liegt in verschiedenen Formen (methodisch betrachtet Fraktionen) vor, deren Verteilung über das Korn und deren biologische Wertigkeit sehr unterschiedlich sind. Der Eiweißgehalt nimmt von innen nach außen zu. Im Endosperm, wo vor allem die Reserveproteine Prolamin und Glutelin zu finden sind, beträgt er 8–14% und macht damit drei Viertel des gesamten Korneiweißes aus. In der Aleuronschicht (Globulin) bzw. dem Keimling (Albumin + Globulin) sind es dagegen 26–30% Eiweiß, die aber kaum 20% des Gesamteiweißes ausmachen (8).

Soll das Weizenkorn der menschlichen Ernährung zugeführt werden, ist ein hoher Proteingehalt ein wesentliches Qualitätsmerkmal. Eine zusätzliche Stickstoff-Spät düngung in der sog. „Kornfüllungsphase“ erhöht aber — unter Umgehung der Lagerung — nicht nur die Erträge, sondern auch den Proteingehalt der Körner und damit die Proteinerträge (Tab. 1).

Tabelle 1

#### Wirkung der N-Spät düngung auf Ertrag und Qualität von Weizen

Düngung	Ertrag dt/ha	Eiweißgehalt %	Eiweißertrag dt/ha
PK + 140 kg N	49,8	13,8	6,9
Spät düngung			
+ 40 N	52,1	14,5	7,6
+ 80 N	54,0	15,3	8,3

Die Reserveproteine Glutelin und Prolamin im Endosperm werden erheblich erhöht auf Kosten der Stärke (1a u. b); damit wird aber auch die Backqualität und die Verdaulichkeit des daraus hergestellten Brotes wesentlich verbessert (Abb. 2 u. 3).

Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß der Proteinbedarf der Weltbevölkerung zu etwa 50% durch Cerealien gedeckt wird, dann ist ein Anstieg des Proteingehaltes um 2–4% als Folge der Stickstoff-Spät düngung von erheblicher Bedeutung. Da aber das Endospermprotein der Cerealien biologisch nicht vollwertig ist (durch das Fehlen bestimmter essentieller Aminosäuren wie Lysin, Methionin usw.), ist eine Ergänzung der Nahrung notwendig, z. B. durch hochwertiges Leguminosenprotein oder durch tierisches Protein (wie Milch, Fisch, Fleisch usw.). Cerealien sind auch eine wesentliche Quelle für den Vitamin-B-Komplex, der durch Stickstoffdüngung erhöht werden kann.

Dienen aber nun z. B. Weizen oder Gerste der **Tierfütterung**, dann kann das Erzeugungsziel entweder ein hoher Stärke- oder ein hoher Proteingehalt oder beides zusammen sein je nach den Produktionsbedingungen des Standortes bzw. der betriebswirtschaftlichen Situation.

## Fachgebiet 11

Düngung und Qualität

August 1977

5. Folge

Abbildung 4

Anteil der Eiweißfraktionen in Sommergerste unter dem Einfluß der N-Düngung  
(nach Nehring)

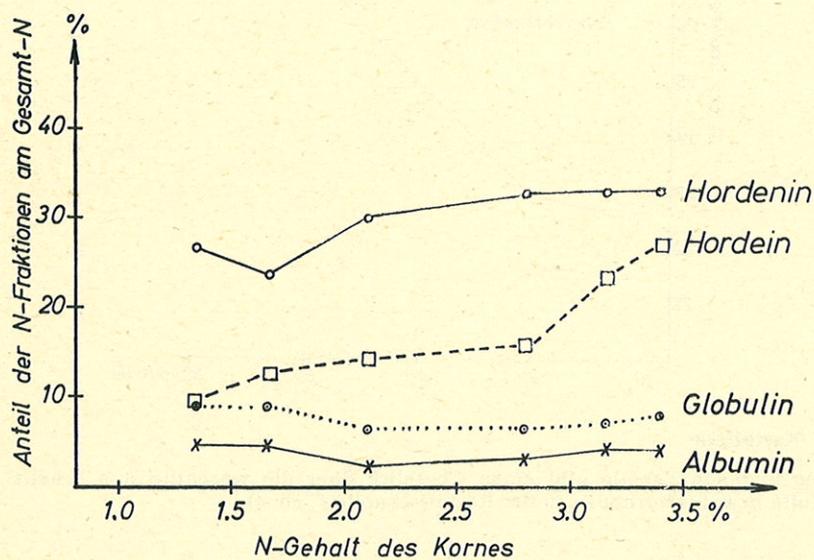


Tabelle 3

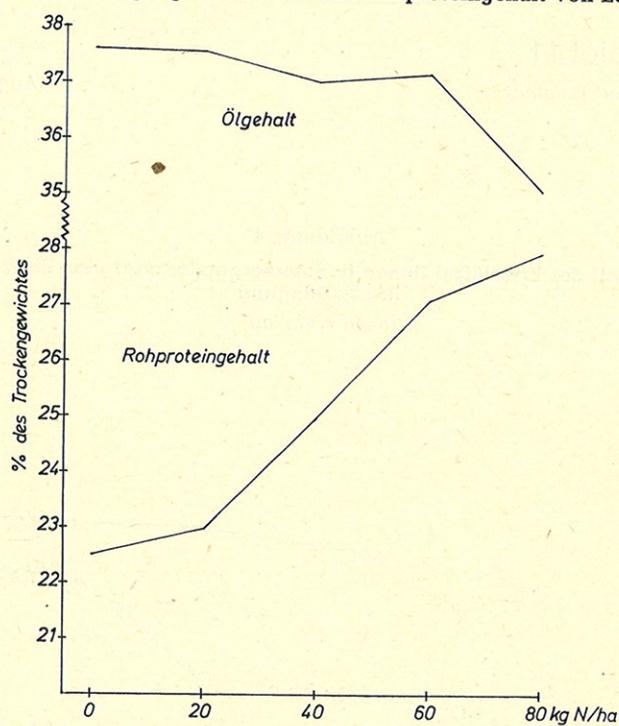
N-Steigerung und Qualität von Winterraps

Düngung kg N/ha	Kornertrag dt/ha	Rohfett		Rohprotein		Jodzahl
		%i. Tr.S.	dt/ha	%i. Tr.S.	dt/ha	
0	20,7	45,4	8,1	24,6	4,3	96
50	26,4	45,0	10,2	25,7	5,7	96
100	26,9	44,0	10,2	27,0	6,1	98

Ähnliche Ergebnisse liegen vor mit Lein und anderen Ölfrüchten (Abb. 5).

Abbildung 5

Einfluß der N-Düngung auf den Öl- und Rohproteingehalt von Leinsamen



3. Kartoffeln

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wesentlichsten Inhaltsstoffe bzw. Stoffgruppen in der Kartoffelknolle (Tab. 4).

Tabelle 4  
Zusammensetzung der Kartoffelknolle

	Fri. S. Ø %	Eiweißfraktion (Anteil am Rohprotein in %)	
Trockensubstanz	23,7	Tuberin	76,4
Stärke	17,5	Globulin II	1,4
Rohprotein	2,0	Albumin	4,0
Rohfaser	0,7	Prolamin	1,8
Rohfett	0,1	Glutelin	5,5
Gesamtasche	1,1		

# Kali-Briefe

13

## Fachgebiet 11

Düngung und Qualität

August 1977

### 5. Folge

Stärke macht somit den weitaus größten Anteil aus, gefolgt von Rohprotein und Asche entsprechend der jeweiligen Sorte. Drei Viertel des Kartoffelproteins besteht aus Tuberin, einem biologisch hochwertigen Globulin mit hohem Anteil an Lysin, Tryptophan, Methionin, usw.

Die entscheidende Frage ist nun wiederum: Für welchen Zweck werden die Kartoffeln angebaut?

Neben der Stärke als reinem Energieträger beruht der hohe Wert der Kartoffel für die menschliche Ernährung in erster Linie auf dem Gehalt an wertvollem Protein, Vitamin-C (insbesondere für die Versorgung im Winter) und Mineralstoffen für den Elektrolythaushalt des Körpers. Kartoffeln sind daher eine ideale Ergänzung zum Cerealienprotein.

Mit einem Verhältnis von zwei Drittel Kartoffelprotein und ein Drittel tierischem Eiweiß wird eine bessere Ausnutzung erreicht als durch Eiweiß (7).

Sollen Kartoffeln aber zur **Tierfütterung** produziert werden, dann sind ein hoher Stärke- und hoher Proteingehalt die Zielvorstellungen; der Vitamin-C-Gehalt interessiert in diesem Falle überhaupt nicht.

Dient die Kartoffel aber ausschließlich zur **Alkoholproduktion**, dann wird ein Maximum an Stärke in den Knollen angestrebt.

Welchen Einfluß hat nun eine unterschiedliche Mineraldüngung auf den Gehalt der Kartoffel an Inhaltsstoffen?

Durch hohe Stickstoffgaben ist es möglich (6), den Rohproteingehalt zu steigern und die Rohproteinträge zu verdoppeln (Tab. 5).

Tabelle 5

### Einfluß von Stickstoff auf Ertrag und Proteingehalt von Kartoffeln (Kämpf (9))

		Düngung kg N/ha			
		0	40	80	120
Maritta	Knollen (t/ha)	30,0	36,5	44,7	44,1
	Proteingehalt (% i. Tr.S.)	6,8	6,2	7,3	9,6
	Proteintrag (t/ha)	2,0	2,3	3,3	4,2
Eva	Knollen (t/ha)	37,5	48,8	54,0	54,5
	Proteingehalt (% i. Tr.S.)	5,3	6,3	7,7	9,2
	Proteintrag (t/ha)	2,0	3,1	4,2	5,0

Kalium begünstigt dagegen die Bildung von Stärke (3) und Vitamin-C (Tab. 6).

Tabelle 6  
Einfluß von Kalium auf Ertrag und Stärkegehalt von Kartoffeln  
(nach v. Braunschweig und Mengel)

Düngung kg/ha K <sub>2</sub> O	Knollen dt/ha	Düngung kg/ha K <sub>2</sub> O	Stärke % i. Fri. S.
0	275	0	15,3
120	308	120	15,7
160	317	160	15,9
220	338	200	16,0

Wird aber nun die Kartoffel zur Herstellung von sog. **Veredelungsprodukten** angebaut, wie Chips, Pommes frites usw., dann sind entscheidend niedrige Gehalte an direkt reduzierenden Zuckern (je nach Produkt 0,25 bzw. 0,5% i. Fri. S.) und freien Aminosäuren, die maßgeblich das Farbverhalten während des Backprozesses (Maillard-Reaktion) und damit den Geschmack der Fertigprodukte bestimmen (2 a—d; 10 a—d). Ein hoher Kaliumgehalt in der Kartoffelknolle (ca. 2% K i. T.S.) senkt aber den Anteil an niedermolekularen Zuckern und freien Aminosäuren, sowie die Polyphenoloxidaseaktivität und verringert damit die Gefahr der enzymatischen Braunfärbung. Der K-Gehalt ist ferner positiv korreliert mit einem hohen Gehalt an Zitronensäure, wodurch die sogenannte Blaufleckigkeit (Verfärbung nach mechanischer Einwirkung) sowie die Kochdunkelung („after cooking blackening“) sowohl frischer Speisekartoffel als auch von Veredelungsprodukten (Dosenkartoffeln, Kartoffelpüree) vermindert wird.

#### 4. Zuckerrüben

Das Qualitätsziel des Zuckerrübenanbaues sind hohe Zuckergehalte in den Rüben und hohe Nettozuckererträge. Daneben können je nach Betriebsform hohe Blatterträge mit hohen Proteingehalten für die Tierfütterung erwünscht sein. Zuckerrüben sind sehr düngungsintensive Früchte: sie benötigen neben ausgewogenen N-Gaben vor allem Phosphor und Kalium, um hohe Zuckergehalte und niedrige Gehalte an löslichem Stickstoff (Blauzahl) in den Rüben zu erreichen, da letztere die Zuckerausbeute in der Fabrik erheblich beeinträchtigen. Dazu einige Zahlen aus dem Rheinischen Zuckerrübenanbaugebiet (Tab. 7).

Tabelle 7  
Einfluß von Kalium auf Zuckergehalt und Blauzahl von Zuckerrüben  
(Kali und Salz AG)

	kg/ha K <sub>2</sub> O			
	0	160	320	480
Zuckergehalt %	17,8	17,9	18,2	18,2
ber. Zuckerertrag dt/ha	85,5	88,4	87,0	90,0
Blauzahl	43	38	36	37

## Fachgebiet 11

Düngung und Qualität

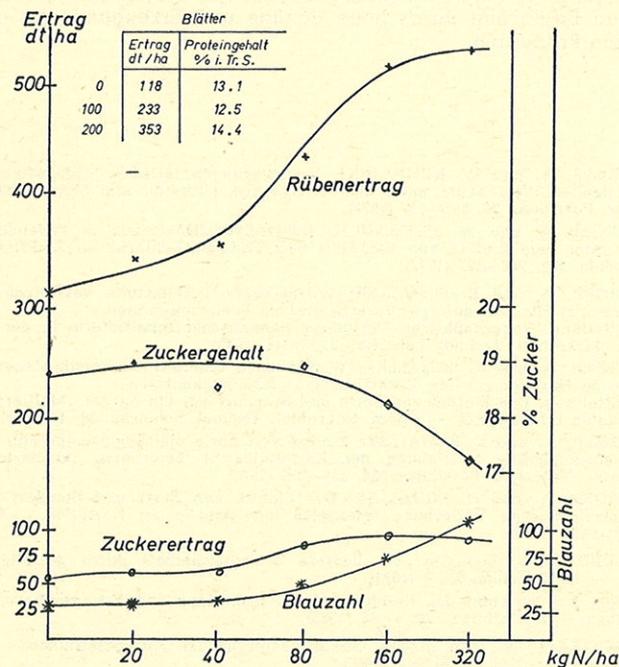
August 1977

### 5. Folge

Überhöhte Stickstoffgaben führen zwar zu hoher Rüben- und Blattproduktion, drücken aber den Zuckergehalt und damit auch den Zuckerertrag merklich. Dagegen erhöhen sie den Gehalt an löslichem (= „schädlichem“) Stickstoff (Abb. 6) und führen damit zu erheblichen Verarbeitungsschwierigkeiten in der Fabrik.

Abbildung 6

Einfluß der N-Düngung auf Ertrag und Qualität der Zuckerrübe



#### IV. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Das Ziel der Mineraldüngung ist, die Erträge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu erhöhen und die Qualität der Ernteprodukte zu verbessern. Qualität ist kein feststehender Begriff, er ist nicht einmal typisch für eine

bestimmte Fruchtart, sondern wird ausschließlich bestimmt durch den Verwendungszweck der erzeugten pflanzlichen Produkte. Demzufolge sprechen wir von Nahrungswert, Futterwert oder technologischem Wert.

Die Qualität der pflanzlichen Produkte ist abhängig von Klima, Boden, Sorte, von agrotechnischen und phytosanitären Maßnahmen usw.; sie kann durch eine gezielte Düngung mit Mineralstoffen entsprechend deren spezifischen Funktionen im pflanzlichen Stoffwechsel wesentlich verbessert werden. Mineraldüngung ist somit ein sehr wirksames Produktionsmittel, um das Pflanzenwachstum zu verbessern und die Bildung bestimmter Inhaltsstoffe zu fördern im Rahmen eines genetisch fixierten Bauplanes.

Für den Landwirt ergeben sich demzufolge jeweils folgende Fragen:

1. Welche Früchte sollen erzeugt werden und welches ist der Verwendungszweck der erzeugten Produkte?
2. Daraus folgt: die Bildung welcher pflanzlicher Inhaltsstoffe soll besonders gefördert werden?
3. Unter Berücksichtigung der gegebenen Standortbedingungen ergibt sich daraus das jeweilige Düngungskonzept.

Mineraldüngung ist somit ein sehr wesentlicher Faktor zur Sicherung der menschlichen Ernährung durch hohe Erträge und Erzeugung von qualitativ hochwertigen Produkten.

#### Literatur

1. a) AMBERGER, A. und W. KUHBAUCH: Veränderungen löslicher Stickstoffverbindungen im reifenden Weizenkorn unter dem Einfluß von Stickstoff und Chlorcholinchlorid. — Landw. Forschung 20, 191—199 (1973).  
b) AMBERGER, A. und W. KUHBAUCH: Kohlenhydratfraktionen im reifenden Weizenkorn unter dem Einfluß von Stickstoff und Chlorcholinchlorid. — Z. Pflanzenern. u. Bodenkde. 131, 289—297 (1972).
2. a) AMBERGER, A. und K. SCHALLER: Wertgebende Inhaltsstoffe verschiedener Kartoffelsorten im Hinblick auf ihre Verarbeitung zu Edelerzeugnissen. I. Mitteilung. Topographische Verteilung phenolischer Inhaltsstoffe in der Knolle. — Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 2, 39—41 (1973).  
b) AMBERGER, A. und K. SCHALLER: Wertgebende Inhaltsstoffe verschiedener Kartoffelsorten im Hinblick auf ihre Verarbeitung zu Edelerzeugnissen. II. Mitteilung. Der Einfluß von Sorte und Standort auf die an der „Maillard-Reaktion“ beteiligten Inhaltsstoffe. — Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 22, 107—111 (1973).  
c) AMBERGER, A. und K. SCHALLER: Einfluß von Sorte und Lagertemperatur auf die an der enzymatischen Verfärbung der Kartoffelknolle beteiligten Inhaltsstoffe. — Z. Lebensm. Unters. u. Forschung 156, 231—236 (1974).  
d) AMBERGER, A. und K. SCHALLER: Der Einfluß von Sorte und Standort auf die an der enzymatischen Verfärbung beteiligten Inhaltsstoffe der Kartoffel. — Potato Res. 18, 161—173 (1975).
3. a) BRAUNSCHWEIG, Leo Chr. v.: Bessere Ertragssicherheit durch gezielte Kali-Düngung. — Kartoffelbau 23, 9 (1972).  
b) MENGEL, K.: Funktion des Kaliums bei Ertragsbildung und Ertragssicherung im Kartoffelbau. — Kartoffelbau 20, 8—10 (1969).
4. JAHN-DEESBACH, W.: Die großen Qualitätsreserven im Futter-Getreidebau nutzen. — Mitteilung der DLG, H. 26, 862 (1969).
5. JURGENS-GSCHWIND, S.: Handelsdüngerverbrauch und Bodenleistung in Deutschland und in Europa. — Die Phosphorsäure 21, 254—272 (1961).
6. KAMPF, R.: Auswertung eines dreijährigen Stickstoff-Steigerungsversuches zu Kartoffeln. — Bayer. Landw. Jahrbuch 36, 771—779 (1961).
7. KOFRANY, E.: Die Überprüfung traditioneller Hypothesen über die Eiweißwertigkeit. — Ernährungsumschau 17, 402 (1970).

## Fachgebiet 11

Düngung und Qualität

August 1977

### 5. Folge

8. MICHAEL, G.: Mineraldüngung und Qualität der Ernteprodukte. — Landw. Hochschule Hohenheim „Reden und Abhandlungen“, Nr. 12, Verlag Eugen Ulmer.
9. MICHAEL, G. und B. BLUME: Über den Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Eiweißzusammensetzung des Gerstenkornes. — Z. Pflanzenern. u. Bodenkde. 88, 237—250 (1960).
- 10.a) SCHALLER, K. und A. AMBERGER: Wertgebende Inhaltsstoffe verschiedener Kartoffelsorten im Hinblick auf ihre Verarbeitung zu Edelerzeugnissen. III. Mitteilung. Der Einfluß von Sorte und Lagertemperatur auf die an der „Maillard-Reaktion“ beteiligten Inhaltsstoffe. — Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 2, 144—147 (1973).
- b) SCHALLER, K. und A. AMBERGER: Zusammenhänge zwischen den für die Rohverfärbung der Kartoffelknolle verantwortlichen Inhaltsstoffen. — Qualitas Plantarum 24, 183—190 (1974).
- c) SCHALLER, K. und A. AMBERGER: Zusammenhänge zwischen den für die Blaufleckigkeit der Kartoffelknolle verantwortlichen Inhaltsstoffen. — Qualitas Plantarum 24, 191—198 (1974).
- d) SCHALLER, K. und A. AMBERGER: Wertgebende Inhaltsstoffe verschiedener Kartoffelsorten im Hinblick auf ihre Verarbeitung zu Edelerzeugnissen. IV. Mitteilung. Zusammenhänge zwischen den zur „Maillard-Reaktion“ befähigten Inhaltsstoffen. — Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 4, 8—11 (1975).