

Mineralstoffernährung der Pflanze und Bildung wertgebender Pflanzeninhaltsstoffe*)

Von Professor Dr. A. Amberger, Institut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München-Weihenstephan

Die Ausgangssubstanzen für Wachstum und Stoffbildung in der Pflanze sind Kohlendioxyd und Wasser, zwei hochoxydierte, energetisch wertlose Stoffe. Mit Hilfe der Sonnenenergie wird Wasser photolytisch gespalten, CO₂ reduziert und aus den Produkten der Photosynthese im Rahmen des Stoffwechsels eine Vielzahl von komplizierten Pflanzeninhaltsstoffen aufgebaut; dazu ist die Mitwirkung der über die Wurzel aufgenommenen Mineralstoffe unbedingt notwendig.

Früher waren die Erträge und Qualität der Feldfrüchte wesentlich vom Nährstoffangebot des jeweiligen Standortes abhängig; es war somit bis zu einem gewissen Grade der Natur überlassen, wieviel und welche Qualität erzeugt wurde.

Heute sind wir in der Lage, durch optimalen und gezielten Einsatz von Mineraldüngern nicht nur hohe Erträge, sondern auch beste Qualitäten zu erzeugen.

Voraussetzung ist allerdings eine genaue Kenntnis der das Wachstum und die Stoffbildung bestimmenden physiologischen Vorgänge in der Pflanze. Es ist notwendig, den Wachstumsrhythmus der betreffenden Kulturpflanze und ihren speziellen Bedarf an bestimmten Nährstoffen in den einzelnen Entwicklungsstadien zu kennen. Durch eine wohl dosierte und gezielte Mineralstoffdüngung kann man in den Stoffwechsel der Pflanze eingreifen und damit die Synthese von Stoffen begünstigen, die qualitätsbestimmend sind.

Was verstehen wir eigentlich unter Qualität?

Die Qualität pflanzlicher Erzeugnisse ist durchaus kein feststehender, sondern vielmehr ein vom späteren Verwendungszweck bestimmter Begriff. So sprechen wir z. B. von Saatgutqualität, Marktqualität, Nahrungsqualität, Futterqualität, Lagerqualität, technologischer Qualität usw. Demnach können die Eigenschaften sehr verschieden sein, z. B. äußerlich bzw. organoleptisch wahrnehmbar (wie Farbe, Geruch, Form, Geschmack, Konsistenz usw.). Oder die Produkte können reich sein an kalorisch bzw. biologisch hochwertigen Inhaltsstoffen (Kohlehydrate, Fette, Öle bzw. bestimmte essentielle Aminosäuren oder Fettsäuren) oder ernährungsphysiologisch wichtigen Mineralstoffen. Denken wir an die technologische Qualität, so treten Kriterien in den Vordergrund, die für die Weiterverarbeitung pflanzlicher Produkte von Bedeutung sind. Gehalt bzw. Qualität des Klebers sind z. B. ein technologisches Qualitätskriterium für Backweizen, ein hoher Extraktgehalt der Braugerste oder ein hoher Zuckergehalt der

Zuckerrüben sind wichtig für die technologische Ausbeute. Neben einem hohen Gehalt an wertgebenden Qualitätsmerkmalen soll aber der Gehalt an wertmindernden Inhaltsstoffen möglichst gering sein, wie z. B. Nitrat oder Oxalsäure im Gemüse, löslicher („schädlicher“) Stickstoff in Zuckerrüben und nicht zuletzt Rückstände von Pflanzenschutzmitteln. Der Qualitätsbegriff ist also zweckbezogen. Was können wir nun von seiten der Produktion, speziell der Mineraldüngung tun, um diesen Forderungen gerecht zu werden?

Stickstoff, Phosphor und Schwefel gehen bekanntlich als Bauelemente in pflanzliche Strukturen ein. Durch optimale Zufuhr dieser Stoffe über die Düngung, kommt es entweder zu einer erhöhten Substanzbildung (Wachstum) oder zu einer Anreicherung diese Elemente beinhaltender Stoffe in bestimmten Pflanzenorganen.

Daraus ergibt sich die Frage, welche Stoffe sind wertbestimmend für eine gute Qualität, und ferner, in welchem Entwicklungsstadium der Pflanze werden diese gebildet?

Zweckmäßigerweise wird man die Ernte zu dem Zeitpunkt vornehmen, wenn der höchste Gehalt an qualitativ wertvollen Stoffen erreicht ist.

Anhand von einigen Beispielen mögen diese grundsätzlichen Ausführungen nun näher erläutert werden:

Der Eiweißgehalt grüner Pflanzenteile — ein Qualitätskriterium für Grünfutter und Heu

Der Eiweißgehalt grüner Pflanzenteile ist bekanntlich ein wesentliches Qualitätskriterium für Grünfutter bzw. Heu. Unter dem Einfluß der N-Düngung werden Ertrag und Qualität (Rohprotein, Reineiweiß) erhöht (Tabelle 1).

Tabelle 1
N-Düngung zu Weidelgras
(nach Giesecke und Schmalfuß)

Düngung	Ertrag q/ha	Ges.-N	% i. Tr.-S.		Zucker
			Eiweiß-N	NO ₃ -N	
N ₀	7	1.1	0.8	0	26
N ₁	28	1.5	1.1	0.01	23
N ₂	36	2.3	1.6	0.2	13

Unter der Voraussetzung einer nitrathaltigen Düngerform steigt der Nitratgehalt deutlich an, ein Vorgang, der zwar nicht erwünscht, bei Verfütterung dieses Grases an Wiederkäuer aber nicht bedenklich ist. Der Zuckergehalt ist durch die hohe N-Gabe bis auf die Hälfte zurückgegangen. Wie kommt es dazu?

*) Vortrag, gehalten auf dem von der Österreichischen Düngerberatungsstelle veranstalteten Symposium „Düngung und Gesundheit“, November 1970.

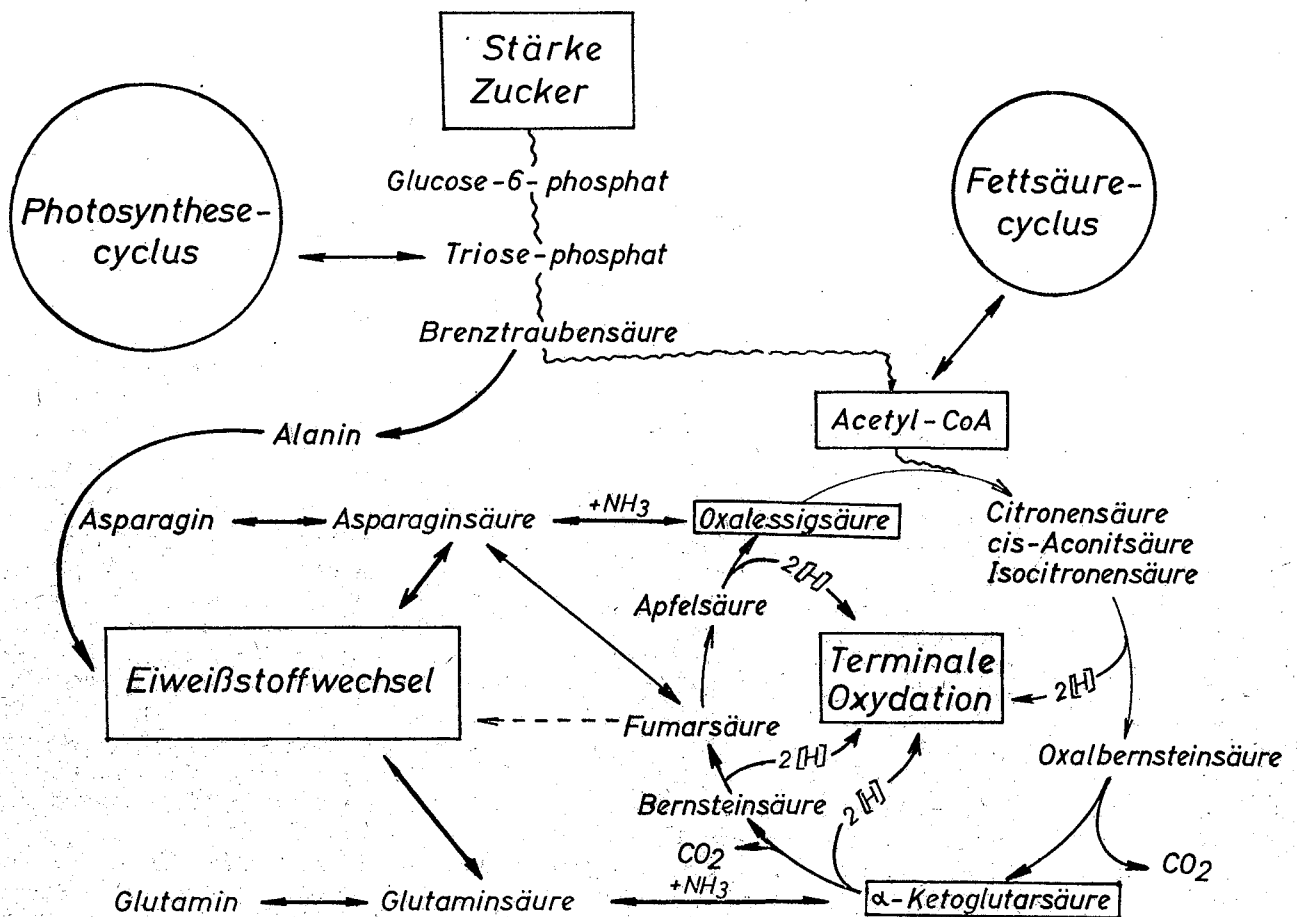


Abb. 1: Schema des pflanzlichen Stoffwechsels

Aus einem grob skizzierten Schema des pflanzlichen Stoffwechsels (Abb. 1) läßt sich ersehen, daß die Synthese der Aminosäuren von verschiedenen Stellen des Citratcyklus (z. B. α -Ketoglutaratsäure, Oxallessigsäure) ausgeht und dann zum Aufbau von Eiweiß führt. Der Citratcyklus liefert also die Kohlenstoffgrundgerüste, die mit dem über die Düngung aufgenommenen Ammoniak bzw. reduziertem Nitrat reagieren unter Bildung von Aminosäuren. Die für diese Synthesevorgänge notwendige Energie wird über die Photosynthese oder durch Abbau von Kohlehydraten (Stärke, Zucker usw.) über Citratcyklus und Atmungsketten geliefert. Wenn eine Pflanze also durch starke N-Düngung unter Stickstoffdruck gesetzt wird, dann läuft der Stoffwechsel zwangsläufig in Richtung eines verstärkten Abbaues von Kohlehydraten zugunsten einer erhöhten Aminosäure- bzw. Eiweißsynthese. Diese Vorgänge sind auch die Erklärung für das Lagern des Getreides (Mangel an hochpolymeren Gerüststoffen für den Halmaufbau auf Grund einer erhöhten Aminosäure- bzw. Eiweißsynthese in vegetativen Pflanzenteilen). Im Grünfutter (Tabelle 2) kann dagegen durch hohe Stickstoffdüngung — neben einer Erhöhung des Rohproteins — der Rohfasergehalt (aus den gleichen Gründen wie oben)

erniedrigt und auf diese Weise die Qualität verbessert werden.

Tabelle 2
N-Düngung zu Futterroggen
(nach Caesar)

Düngung	Grümasse q/ha	Rohprotein % i. Tr.-S.	Rohfaser % i. Tr.-S.
NPK + 30 N	183	9'0	33'4
NPK + 90 N	261	11'6	32'7
NPK + 150 N	297	14'1	31'4

Wir haben bisher den Einfluß des Stickstoffs auf Pflanzen gleicher Art, also auf Monokulturen, besprochen; wie reagiert nun aber ein Mischbestand darauf?

Tabelle 3
N-Düngung zu Wiese
(nach Gericke)

Düngung	Heuertrag q/ha	Verdau. Eiweiß kg	P ₂ O ₅ -Aufnahme kg/ha	Kleeanteil %
Ung.	50	274	24	4
PK	78	493	48	20
PK + N	85	478	50	7

Der Heuertrag (Tabelle 3) nimmt unter dem Einfluß der Stickstoffdüngung noch zu; der Ertrag an verdaulichem Eiweiß liegt aber bei PK ohne Stickstoff am höchsten, bedingt durch den starken Anteil der Leguminosen (20%) in dieser Düngungsart. Ähnlich verhält sich die Phosphataufnahme.

Eine Stickstoffdüngung kann sich also auf einen Mischbestand (Gräser, Leguminosen, Kräuter) weniger in einer direkten Erhöhung des N-Gehaltes des Aufwuchses auswirken, als vielmehr indirekt dadurch, daß durch diese Düngungsmaßnahme bestimmte Artengruppen im Bestand (vor allem die Gräser) gefördert werden, die gegenüber anderen (z. B. Leguminosen) geringere Eiweiß- und P-Gehalte aufweisen und dadurch die Qualität des Futters verändern.

Der Eiweißgehalt des Getreides als Qualitätskriterium

Wenden wir uns nun dem Qualitätskriterium Eiweißgehalt des Getreidekornes zu!

Wir wissen, daß Stickstoffdüngung, insbesondere N-Spätdüngung, die Qualität des Weizens erhöhen kann durch Anreicherung von Eiweiß im Korn (Fütterung) bzw. Erhöhung des Klebergehaltes (Backqualität). Ein zu früh verabreichter Stickstoff begünstigt dagegen vor allem das vegetative Wachstum und erhöht somit die Gefahr des Lagerns; Lagerung bedeutet aber stets Qualitätsverschlechterung. Also muß der Stickstoff erst zu einem späteren Zeitpunkt verabreicht werden.

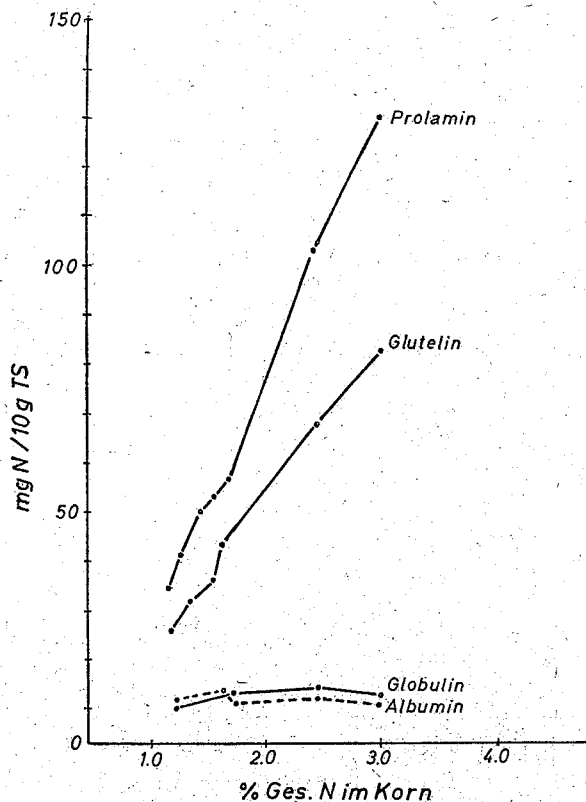


Abb. 2: Proteinaufbau im Weizenkorn mit fortschreitender Reife und zunehmendem Gesamtstickstoffgehalt

Michael und Mitarbeiter konnten nachweisen, daß kurz vor der Blüte verabreichter ¹⁵N kaum mehr in die Blätter einwandert, sondern ein Teil im Halm gespeichert bzw. unmittelbar ins Korn geleitet wird. Der N-Gehalt des Kornes nimmt von der Milchreife bis zur Totreife ständig zu, aus Halmen und Blättern erfolgt dagegen weitgehende Stickstoffentleerung.

Verfolgen wir nun den Proteinaufbau im Korn, so zeigt sich, daß mit fortschreitender Reife und zunehmendem Gesamtstickstoffgehalt der Anteil an Albumin und Globulin ziemlich niedrig ist und gleichbleibt, während die Fraktionen Glutelin und insbesondere Prolamin stark ansteigen (Abbildung 2).

Diese sind es aber, die das eigentliche Klebereiweiß ausmachen (technologisches Qualitätskriterium) und u. a. für eine gute Bäckfähigkeit (Brotvolumen) verantwortlich sind.

Begrenzender Faktor der Stickstoffdüngung ist bekanntlich die Lagerung, verursacht durch einen mangelnden Aufbau von Festigungselementen des Halmes. Die Anwendung von Chlorcholinchlorid (CCC) führt zu einer Verkürzung des Halmes und einer Verstärkung der Halmwand bzw. des Halmquerschnittes. Damit kann aber nicht nur die Lagerung vermieden, sondern auch die Stickstoffdüngung wesentlich erhöht werden mit dem Ziel, die Qualität des Getreidekornes zu verbessern (Tabelle 4).

Tabelle 4

N-Steigerung — CCC-Behandlung 1964

Standort PUCH
sandiger Lehm
schwach pseudovergleyt
Winterweizen (Tenor)

Düngung ¹⁾ kg/ha	ohne CCC		mit CCC ²⁾		
	Korn- ertrag (86% TS) q/ha	Lager- boni- tur	Korn- ertrag (86% TS) q/ha	(o. CCC = Lager- 100) rel.	Lager- boni- tur ³⁾
ohne N	41.4 ± 1.4	1	42.7 ± 1.32	103	1
60 N	44.7 ± 0.5	5	49.6 ± 0.96	111	1
100 N	44.9 ± 0.2	9	52.0 ± 0.44	116	1
100 N + 40 N (spät)	44.2 ± 0.9	9	53.9 ± 0.44	122	1

¹⁾ Einheitliche Grunddüngung 100 kg P₂O₅ + 150 kg K₂O je Hektar.
²⁾ 2 kg CCC/ha — gespritzt bei 15 bis 20 cm Wuchshöhe.
³⁾ Lagerbonitur 1 bis 9 (1 = ohne Lager)

Wie steht es um die biologische Wertigkeit der einzelnen Eiweißfraktionen?

Diese Frage wurde insbesondere vom Standpunkt der Tierernährung aufgeworfen. Vergleiche zwischen pflanzlichem Eiweiß (Weizen, Mais usw.) und tierischem Eiweiß (Ei-Protein, Kuhmilch usw.) haben nämlich ergeben, daß jenes häufig einen sehr viel geringeren Gehalt an basischen Aminosäuren (Lysin, Histidin, Arginin), ferner an Methionin, Tryptophan und anderen essentiellen Aminosäuren und somit eine geringere biologische Wertigkeit hat.

Aus den Untersuchungen von Ewald und anderen, geht hervor, daß die durch N-Spät-düngung geförderten Fraktionen Glutelin und insbesondere Prolamin einen geringeren Gehalt an Lysin und Arginin aufweisen (Tabelle 5) zum Unterschied von den biologisch hochwertigen Fraktionen Albumin und Globulin im Keimling bzw. in der Aleuronschicht.

Tabelle 5

Anteil an Aminosäuren (%) in verschiedenen Eiweißfraktionen aus Weizenkörnern
(nach Ewald)

	Albumin	Globulin	Lösl. N	Prolamin	Glutelin
<i>Peko — 31% Ges.-N im Korn</i>					
Glutaminsäure	8.1	8.9	15.0	26.6	17.9
Asparaginsäure	7.7	4.9	4.0	1.7	3.1
Lysin	4.0	2.3	—	0.4	2.0
Arginin	3.7	5.8	—	—	3.0

In Tierversuchen von Nehring, Brune und anderen, konnte tatsächlich eine etwas geringere Verwertung von stark mit Stickstoff gedüngtem Getreide nachgewiesen werden.

Wenn freilich diese Unterschiede in der biologischen Wertigkeit auch relativ gering sind, so muß man diesen Gegebenheiten in der Tierernährung doch durch Ergänzung mit tierischem (hochwertigem) Eiweiß Rechnung tragen. Darüber hinaus ist es in den letzten Jahren auch gelungen, lysinreiche Sorten von Mais — für den das gleiche gilt wie für Weizen — zu züchten und auf diese Weise die biologische Wertigkeit des Futters zu verbessern.

Diese ernährungsphysiologischen Gesichtspunkte haben zwar in gleicher Weise Gültigkeit für die menschliche Ernährung, ihre Bedeutung bzw. Auswirkung ist aber nur dort ausschlaggebend, wo — wie in manchen Ländern Asiens oder Afrikas — Getreide die nahezu ausschließliche oder zumindest vorwiegende Ernährung großer Bevölkerungsteile ist.

Unter unseren Verhältnissen bestehen genug Möglichkeiten für eine sinnvolle Ergänzung der Nahrung mit den fehlenden essentiellen Aminosäuren durch Fleisch, Milch, Ei, Fisch usw.

Tabelle 6

Brotqualität — Ernährungsphysiologischer Wert

	Inhaltsstoffe in 140 g Weizenmehl-Vollkorn		Deckung des Tagesbedarfes in Prozent	
	type 550	Vollkorn	type 550	Vollkorn
Protein	16 g	14 g	23	20
Calcium	61 mg	22 mg	8	3
Eisen	4.6 mg	1.5 mg	46	15
Thiamin	0.7 mg	0.2 mg	56	12
Riboflavin	0.2 mg	0.1 mg	12	6
Niacin	7.2 mg	0.7 mg	38	4
Kalorien	510	520	20	20

In diesem Zusammenhang verdient aber immerhin Beachtung, daß der Gehalt an biologisch wertvollen Inhaltsstoffen des Getreidekornes nicht nur durch Produktionsmaßnahmen, und zwar insbesondere durch Düngungsmaßnahmen, sondern häufig sogar in höherem Maße durch die spätere Verarbeitung bestimmt wird (Tabelle 6).

So können die Inhaltsstoffe einer gleichen Menge an Weizenkörnern, einmal als Vollkorn, das andere Mal als Mehltyp 530 ausgemahlen, zwar in beiden Fällen einen etwa gleich hohen Kalorienwert aufweisen, ernährungsphysiologisch aber doch recht unterschiedlich zu beurteilen sein. Insbesondere die Deckung des Bedarfes an Eisen, Calcium und den Vitaminen des B-Komplexes hängt stark vom Grad der Ausmahlung ab.

Wir kommen damit zu dem Ergebnis, daß biologische Wertigkeit und technologische Qualität von Backweizen sowohl durch die Mineraldüngung als auch durch den Prozeß der Weiterverarbeitung stark beeinflußt werden können.

Den Phosphor treffen wir in der Pflanze in Form von sehr verschiedenen und wertvollen Verbindungen an; seine wichtigste Funktion liegt im Energiestoffwechsel. Zum Umbau der Assimilate und zum Aufbau von Reservestoffen in der Pflanze ist viel Energie notwendig; eine optimale Versorgung mit Phosphat stellt damit eine unerläßliche Voraussetzung dar für hohe Erträge und eine gute Qualität.

Auf Grund des hohen P-Bedarfs der Tiere ist ein ausreichender P-Gehalt des Futters (insbesondere Heu) neben Calcium ein wichtiges Qualitätskriterium. Daraus ergibt sich die Frage, wie kann der P-Gehalt des Futters erhöht werden?

In einem 15jährigen Wiesenversuch auf Anmoorgley, in Weihestephan (Tabelle 7), nahmen die Erträge um 80 bis 90% zu; der P-Gehalt des Futters stieg durch eine P-Gabe von 120 kg P₂O₅/ha im ersten Schnitt auf 0.6%, im zweiten Schnitt bis auf 0.9% P₂O₅ an.

Tabelle 7

Einfluß der Phosphordüngung auf Ertrag und P-Gehalt von Wiesenfutter

Düngung Reinnährst. kg/ha	Gesamt- ertrag Heu/q/ha	Ertrag rel.		P ₂ O ₅ -Gehalt i. d. TS	
		1. Schn.	2. Schn.	1. Schn.	2. Schn.
NK o. P ₂ O ₅	57.7	100	100	0.31	0.33
NK+ 80 P ₂ O ₅	105.1	216	144	0.58	0.78
NK+120 P ₂ O ₅	110.7	221	159	0.60	0.87
N = 100 kg/ha K = 120 kg/ha					

Gericke konnte im Durchschnitt vieler Versuche zeigen, daß ein P-Gehalt des Heues von 0.7% P₂O₅ durch eine Düngung mit durchschnittlich 90 kg P₂O₅/ha erreicht werden kann. Diese Erhöhung kann sowohl über eine direkte Anreicherung der Pflanzen mit anorganischem Phos-

phat als auch durch Verschiebung des Gräser/Leguminosen/Kräuter-Verhältnisses zustandekommen. Bekanntlich sind Leguminosen (0.5% P₂O₅ i. Tr. S.) phosphorreicher als Gräser (zirka 0.4% P₂O₅ i. Tr. S.); da jene aber durch PK-Düngung besonders gefördert werden (siehe Tabelle 1), erfolgt sowohl auf direktem wie auch auf indirektem Wege eine P-Anreicherung des Futters. Da die Leguminosen auch über einen höheren CaO-Gehalt verfügen, kann auf diese Weise die Futterqualität noch mehr verbessert werden. Dagegen wird der Ca-Gehalt durch eine Kalkdüngung praktisch nicht erhöht.

Das Kalium geht zwar selbst nicht in organische Strukturen ein, es ist aber ein unentbehrliches Funktionselement. Als wichtiger Regulator für den osmotischen Druck hat es großen Einfluß auf den Wasserhaushalt der Pflanze. Eine spezifische Eigenschaft des Kaliums ist, daß es die Aktivität der Synthetasen, die für den Aufbau der hochmolekularen Speicherstoffe (Kohlehydrate, Eiweiße, Fette usw.) verantwortlich sind, fördert und die der Hydrolasen und Oxydasen hemmt. Optimale Kaligaben führen also bei niedriger Atmungsquote und sehr rationeller Energieausnutzung zu hohen Gehalten an Stärke in den Kartoffeln (Tabelle 8).

Tabelle 8

K-Düngung zu Kartoffeln
(nach Baden)

Düngung Reinnährstoffe kg/ha	Knollen q/ha	Stärke %
PN o. K ₂ O	144	12.4
PN + 50 K ₂ O	158	13.0
PN + 100 K ₂ O	194	13.8
PN + 150 K ₂ O	189	14.4
PN + 200 K ₂ O	217	15.1

In Möhren (Tabelle 9) kann nach E. Wolf durch eine optimale Kaliumdüngung eine erhebliche Steigerung des Gehaltes an Saccharose und Vitamin C erzielt werden. Die Biosynthese der Ascorbinsäure geht nämlich von der Glucose (und zwar von Uridin-5-diphosphoglucose) aus und ist eng mit den Kohlehydratstoffwechsel verknüpft. Bei Pflanzen bzw. -organen, bei denen Rohrzucker und Ascorbinsäure wertgebende Inhaltsstoffe sind, kann durch Kalium eine wesentliche Qualitätsverbesserung erreicht werden.

Tabelle 9

K-Düngung zu Möhren

Düngung kg K ₂ O/ha	Gehalte in Saccharose (% i. Tr. S.)	Wurzeln Vitamin C (mg/100 g Tr. S.)
0	66.5	97
80	67.7	111
160	69.0	121
240	72.5	126

Wir haben bisher gesehen, daß der Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen durch eine spezifische Düngung gefördert werden kann; in ähnlicher Weise hat die mineralische Ernährung der Pflanze aber auch Einfluß auf den Gehalt an wertmindernden Stoffen.

Das Nitrat im Spinat wird im Darmtrakt des Menschen durch die Tätigkeit bestimmter Bakterien zu Nitrit reduziert; dieses kann vom Säugling nur schwer weiter abgebaut werden und wirkt dann toxisch. Als Folge davon treten Methämoglobinämie bzw. Cyanose auf. Es besteht daher die Forderung, daß Spinat für Babykost einen möglichst geringen Nitratgehalt (nicht mehr als 300 mg NO₃/kg Frischsubstanz) aufweisen soll. Dies kann z. B. erreicht werden durch Einsatz von nitratfreien bzw. langsamwirkenden N-Düngern (z. B. N-Lignin), denn die Pflanze reduziert das aufgenommene Nitrat, produziert aber selbst keines.

Tabelle 10

Nitratgehalt in Spinat (Matador)

Boden: degradiertes Lößlehm, pH 6.4
Grunddüngung: optimal

Düngung kg/ha	NO ₃ % i. Tr.-S.	Düngung kg/ha	NO ₃ % i. Tr.-S.
80 N als Ammonsulf.	1.45	160 N als Ammonsulf.	1.95
80 N als KAS	1.93	160 N als KAS	2.62
80 N als N-Lignin	0.26	160 N als N-Lignin	0.40

Die höchsten Nitratwerte (Tabelle 10) traten durch Düngung mit Kalkammonsalpeter, die geringsten durch N-Lignin auf. Herbstspinat weist im allgemeinen höhere Nitratwerte auf infolge ungenügenden Lichtes, das für Reduktion in der Pflanze nötig ist. Auch steigt bei längerer und unsachgemäßer Lagerung von rohem oder gekochtem Spinat der Nitratgehalt beträchtlich an. Durch Blanchieren kann zwar etwa die Hälfte entzogen werden, allerdings gehen durch diesen Vorgang auch wertvolle Inhaltsstoffe verloren.

Neben dem Nitrat ist häufig in den gleichen Pflanzen die Oxalsäure als wertmindernder Inhaltsstoff vertreten. Diese stark dissoziierte Säure kann das pH des Zellsaftes stark beeinflussen. Wenngleich physiologisch noch nicht vollkommen geklärt, haben die Arbeiten von Ehrendorfer und anderen ergeben, daß durch Nitratdüngung der Oxalsäuregehalt erhöht, durch Phosphatdüngung aber stark gesenkt werden kann.

Das gilt sowohl für den Gehalt an Gesamt- wie auch an physiologisch wirksamer Oxalsäure. Dies ist wiederum ein Beweis dafür, daß negative Qualitätskriterien durch eine gezielte Düngung vermindert werden können.

Ich habe versucht, an Hand von einigen Beispielen klar zu machen, wie unterschiedlich die

Qualitätskriterien sind und welche Möglichkeiten bestehen, den Gehalt an qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen durch eine gezielte Minereraldüngung sinnvoll zu beeinflussen. Die Qualität pflanzlicher Produkte ist also letztlich das Ergebnis eines durch verschiedene Faktoren gesteuerten Stoffwechsels.

Über die technologische Qualität besteht heute weitgehend Klarheit; die verarbeitende Industrie meldet ihre Wünsche sehr deutlich an und honoriert sie teilweise. Auch hinsichtlich der Futterqualität liegen schon recht klare Vorstellungen vor, die in der Zusammensetzung bzw. Ergänzung

der Futtermittel ihren Niederschlag finden und insbesondere für Massentierhaltungen auf eine rationelle Futtermittelausnutzung abgestellt sind. Über die Nahrungsqualität pflanzlicher Produkte sind die Meinungen teils uneinheitlicher, teils noch nicht so tief in das Bewußtsein der Verbraucher eingedrungen. Vielfach wird nur mit dem Auge oder unter Zuhilfenahme anderer Sinnesorgane gekauft ohne kalorische oder biologische Werte zu berücksichtigen. Der auf seine Freiheit streng bedachte Bürger muß erst überzeugt werden und dann auch gewillt sein, seine Nahrung nach ernährungsphysiologischen Erkenntnissen auszuwählen.