

**Michael Dachler**

## **Düngung und Lebensmittelqualität -**

### **Wie Düngemittel die Qualität unserer Lebensmittel beeinflussen**

BSE, MKS, PCDD/F, NO<sub>3</sub>, Cd <sup>1)</sup> etc. haben in den letzten Monaten und Jahren die Verbraucher verunsichert. Wenn es auch zum Glück bisher zu keiner gesundheitlichen Gefährdung kam, sind die Sorgen zu verstehen und ernst zu nehmen.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Lebensmittel pflanzlichen und auch tierischen Ursprungs haben die Bodeneigenschaften und vor allem jene Stoffe, die dem Boden zugeführt werden; also im wesentlichen Pflanzennährstoffe in Form von Düngemitteln. Diese sollen nicht nur den Ertrag erhöhen, sondern nach Möglichkeit auch die innere Qualität heben. Neben Nährstoffen können Düngemittel aber auch unerwünschte und oft unvermeidbare Begleitstoffe beinhalten. Wie nun die Düngemittel die Qualität unserer Lebensmittel beeinflussen und welche Begleitstoffe zu beachten sind, soll im folgenden Beitrag überblicksartig dargestellt werden.

### **Was ist Lebensmittelqualität?**

Der Begriff Qualität ist vielfältig und nicht eindeutig definierbar. Neben objektiv messbaren Kriterien bestimmen Modetrends, regionale Vorlieben, Traditionen, ethische Aspekte etc. unsere Qualitätsvorstellungen.

### **Durch Düngung beeinflussbare Qualitätskriterien:**

#### Handelsqualität

Äußere Beschaffenheit:	Form, Farbe, Frische
Sensorischer Wert:	Geruch, Geschmack
Haltbarkeit:	wenig Verluste, ohne nachhaltige Veränderung
Gebrauchswert:	hohe Ausbeute an gewünschten Inhaltsstoffen

#### Nahrungsqualität

Genusswert:	anziehender Gehalt an Geruchs- u. Geschmacksstoffen
Nährwert:	ernährungsphysiologischer Wert
Unerwünschte Stoffe:	Nitrat, Schwermetalle, radioaktive Stoffe

---

<sup>1)</sup> Bovine spongiforme Enzephalopathie, Maul- und Klauenseuche, Dioxine und Furane, Nitrat, Cadmium

Die präzisesten Vorstellungen bezüglich des Gebrauchswertes der pflanzlichen Produkte - auch im Hinblick auf die Düngung - hat die Lebensmittel verarbeitende Industrie. Dies trifft insbesondere auf die Getreide- und Kartoffelverarbeitung, die Zuckerherstellung und die Verarbeitung ölhaltiger Pflanzen zu. Das Thema Haltbarkeit und äußere Beschaffenheit spielt bei frischem Obst und Gemüse eine besondere Rolle und ist der abnehmenden Hand zweifellos sehr wichtig, wird aber hierzulande, bis auf bestimmte Ausnahmen, nur wenig untersucht. Aber auch der sensorische Wert, der Genuss- und der ernährungsphysiologische Wert spielten in der Forschung im Zusammenhang mit der Düngung in der Vergangenheit nur eine untergeordnete Rolle. Als symptomatisches Beispiel sei erwähnt, dass in einem bekannten Lehrbuch, das Thema biotische Wertigkeit im Kapitel „tierische Ernährung“ ausführlich, im Kapitel „menschliche Ernährung“ jedoch überhaupt nicht behandelt wird.

Anders ist es bei unerwünschten Stoffen, die zumindest theoretisch zu einer gesundheitlichen Gefährdung führen können. Hier hat nicht nur die Industrie ihre eigenen Standards, sondern es hat auch der Gesetzgeber, sowohl für Düngemittel als natürlich auch für Lebensmittel, Richt- und Grenzwerte vorgegeben.

### **Stickstoff, Grundbaustein des pflanzlichen Wachstums**

Das Stickstoffangebot hat auf das Pflanzenwachstum von allen Nährstoffen den größten Einfluss auf wichtige qualitätsbestimmende Faktoren. Mit zunehmendem N-Angebot wird der Gehalt der meisten Stickstoffverbindungen in der Pflanze erhöht. An erster Stelle der Nitratgehalt, dem wichtigsten Ausgangsstoff der Eiweißsynthese als auch der Rohproteingehalt - als ungefähres Maß für den Proteingehalt - bzw. Reinproteingehalt. Nicht immer werden aber die einzelnen Eiweißfraktionen in gleichem Maß gefördert.

Geringen Wert für die menschliche Ernährung und zum Teil auch schlechte Geschmackseigenschaften weisen Amide auf, das sind Speicherformen des Stickstoffs in Blättern und vegetativen Speicherorganen. Ihr Gehalt nimmt bei Stickstoff-Übersorgung zu. Bei niedrigen N-Bodenvorräten kann durch N-Düngung der Vitamin B<sub>1</sub>- und Carotin-Gehalt (Vorläufer für Vitamin A) erhöht werden und insbesondere der Chlorophyllgehalt (Grünfärbung der Blätter), während der Vitamin C Gehalt mit steigender N-Düngung eher abnimmt. Über die Beeinflussung der Alkaloidgehalte liegen unterschiedliche Ergebnisse vor. So wird der Glycoalkaloidgehalt durch N-Düngung bei Kartoffel kaum beeinflusst (Dersch et al. 1998). Die biotische Wertigkeit ist zwar bei N-Mangel zumeist niedriger, sinkt aber auch bei N-Übersorgung (Verdünnungseffekt). Der gleiche Mechanismus gilt in der Regel auch für Lagerfähigkeit, Geschmack und Färbung.

## **Phosphat, Kali und Schwefel**

Durch Erhöhung des Phosphat-Angebots werden wichtige P-Verbindungen für die Qualitätsbeurteilung der Pflanze naturgemäß erhöht, allerdings erfolgt eine nachteilige P-Anreicherung bei Überversorgung nicht. In grünen Pflanzenteilen steigt der Gehalt an anorganischem Phosphat und auch der Gehalt an Rohprotein und aller mit dem Rohprotein einhergehenden Gehalte. Erhöht werden auch der Gehalt an Kohlehydraten (Stärke, Zucker) und Vitamine. Dagegen wird der Oxalsäuregehalt der Blätter gesenkt. Der Geschmack wird bei Mangel durch Phosphatzufuhr verbessert, bei Überversorgung allerdings in der Regel verschlechtert.

Kalium erhöht den Kohlehydratgehalt und insbesondere den Stärkegehalt bei Getreide. Mit steigender Kaliversorgung kann der Vitamin B<sub>1</sub>- und C sowie der Carotingehalt erhöht werden. Es verbessert auch den Fasergehalt bzw. die Qualität der Fasern von Flachs und Hanf. Der Gehalt an Oxalsäure wird gesenkt. Die Lagerfähigkeit stärkehaltiger Knollen wird verbessert, bei Obst auch die Färbung. Die Haltbarkeit geht bei Mangel bzw. Überversorgung zurück.

Schwefel hat einen positiven Einfluss auf die beiden schwefelhaltigen Aminosäuren Cystein und Methionin und – einen wenn auch geringen - auf die Backfähigkeit von Weizen. Ein Einfluss einer Schwefel-Düngung auf den Glucosinolatgehalt von Raps ist nur bei Schwefelmangel zu beobachten (Dersch 2000 a).

## **Einfluss der Nährstoffversorgung auf Getreide**

Bei Weizen ist eine ausreichende Stickstoffversorgung bei den heute zur Verfügung stehenden Sorten zur Erreichung hoher Eiweißgehalte und guter Backfähigkeit erforderlich. Für Futterweizen, der eine ebenso wichtige Verwertungsschiene darstellt, spielt der Eiweißgehalt solange keine große Rolle, solange höhere Gehalte nicht abgegolten werden. Im Zuge des Verfütterungsverbots von Tiermehl und der dadurch entstehenden Eiweißlücke, wären höhere Eiweißgehalte von Futterweizen zumindest bei wirtschaftseigener Verwertung aber wieder anzustreben.

Mit zunehmender N-Versorgung steigt bei Weizen der für die Backfähigkeit wichtige Prolamingehalt, der Gehalt der biotisch hochwertigeren Eiweißbestandteile Albumin und Globulin bleibt jedoch nahezu unbeeinflusst (Pechanek et al. 1997). Durch eine hohe N-Spätdüngung ist ein prozentueller Rückgang der z.T. essentiellen Aminosäuren Lysin, Methionin, und Cystein zu beobachten (Sturm et al. 1994).

Die Phosphatdüngung steht zur Weizenqualität in schwach negativer Beziehung. Hingegen wird die Klebergüte von Qualitätsweizen durch Kalidüngung geringfügig verbessert (Köchel 1987).

Bei Durum-Weizen, der für die Teigwarenherstellung benötigt wird, werden wichtige Parameter wie, Proteingehalt, Glasigkeit, Grießausbeute und zu einem geringeren Ausmaß auch der Gelbpigmentgehalt positiv beeinflusst (Dersch 2000 b).

Bei Roggen spielt die Stickstoffversorgung keine so große Rolle, weil für die Backfähigkeit nicht der Proteingehalt ausschlaggebend ist. Höhere Proteingehalte sind sogar unerwünscht, weil sie die Ausbeute bei der Vermahlung herabsetzen.

Ölhältige Früchte reagieren auf hohe Stickstoffversorgung mit erhöhter Bildung von Protein. Dadurch sinkt der prozentuelle Anteil an Fett, was für die verarbeitende Industrie aber eine Minderung des gewünschten Inhaltsstoffs darstellt.

### **Einfluss der Nährstoffversorgung auf Hackfrüchte**

Bei Zuckerrübe führt Stickstoff bis zu einer gewissen Höhe zu Ertragssteigerungen, gleichzeitig steigt aber auch der Gehalt an löslichen organischen N-Verbindungen, die während der Saftreinigung nur zum Teil entfernt werden können. Die Kristallisation des Zuckers wird durch hohe lösliche N-Gehalte behindert und die Zuckerausbeute sinkt. Dieser „schädliche Stickstoff“ von Zuckerrüben setzt sich hauptsächlich aus Aminosäuren,  $\alpha$ -Amino-N, Säureamiden, Betain und weiteren N-haltigen Verbindungen zusammen. Derzeit können bei der Qualitätsbestimmung aber nur die Aminosäuren bestimmt werden. Es bestehen aber Bestrebungen, den löslichen Gesamt-N-Gehalt mit einer Schnellmethode zu erfassen (Mahn und Hoffmann 2001).

Eine ausreichende Phosphatdüngung ist imstande, die Zuckergehalte und auch die bereinigten Zuckergehalte um einige Zehntelprozent zu erhöhen. Durch die Ertragswirkung einer ausreichenden Phosphatversorgung steigt somit auch der bereinigte Zuckerertrag deutlich (Köchel 1982). K Düngung erhöht den Zuckerertrag mehr als den Rübenertrag (Köchel 1987).

Bei Kartoffel sind die Qualitätsansprüche je nach Verwertungsart (Stärkeindustrie, Pommes Chips und Frites, Speisekartoffel etc.) sehr unterschiedlich. Stickstoff fördert wie bei allen Pflanzen stickstoffhaltige Verbindungen (Nitrat, Protein, NPN). Gleichzeitig wird jedoch der Gehalt an reduzierenden Zuckern, Trockenmasse und zu einem geringeren Teil der Stärkegehalt gesenkt. Phosphor hat einen gering positiven Einfluss bei den meisten genannten Parametern nur der Saccharosegehalt wird von Phosphor deutlich positiv beeinflusst. Kali wirkt sich negativ auf Trockenmasse und Stärkegehalt aus, aber positiv auf Ascorbin- und Zitronensäuregehalt.

Wie die unten stehende Tabelle zeigt, werden die meisten physikalischen Eigenschaften der Kartoffel durch hohe Stickstoffversorgung negativ, durch Phosphor eher positiv - vor allem Reife

und Lagerfähigkeit - und durch Kali, v.a. die für die Verarbeitung und Speisezwecke wichtigen Eigenschaften, deutlich positiv beeinflusst (Kolbe 2001).

	Stickstoff	Phosphor	Kali
Ballaststoffe	---	+	0-
Schalenfestigkeit	--	+	0
Reife	---	++	0
Lagerfähigkeit	--	++	0-
Geschmack	-	0	0+
Beschädigungen	--	+	+
Blaufleckigkeit	0-	0	++
Rohbreiverfärbung	-	-	+++
Kochdunklung	--	0	++

### **Unerwünschte Stoffe: Nitrat, Cadmium und radioaktive Isotope**

Durch die Verwendung von Düngemitteln können auch unerwünschte Stoffe der Pflanze zugeführt oder von ihr gebildet werden und in den Nahrungskreislauf gelangen. So wird der Nitratgehalt von Blatt- und Wurzelgemüse, weniger von Frucht-, Samen- oder Zwiebelgemüse bei Stickstoffübersversorgung erhöht (Dachler 1998). Die EU gibt daher für Salat und Spinat Grenzwerte vor. Zusätzlich begrenzt Österreich den Nitratgehalt von zahlreichen weiteren Gemüsearten auf nationaler Ebene.

Phosphathaltige mineralische Düngemittel können als Verunreinigung das toxische Schwermetall Cadmium enthalten, weshalb in Österreich dessen Gehalt mit 75 mg/kg  $P_2O_5$  begrenzt ist (die mittleren Gehalte liegen bei weniger als der Hälfte). In diesem Zusammenhang könnten in Zukunft die Grenzwerte für Cadmium in Lebensmitteln, entsprechend dem Entwurf der EU-Kontaminanten-Verordnung (194/97 EG), größere Bedeutung erlangen. Obwohl die Cadmium Gehalte österreichischer Lebensmittel in der Regel deutlich unterhalb der vorgesehenen Grenzwerte liegen, werden in Einzelfällen - insbesondere von manchen Gemüsearten aber auch von Getreide - diese Grenzwerte überschritten. Aufgrund der schon bisher geltenden österreichischen Regelungen weisen ölhältige Arten, wie Lein und Mohn, Werte nahe dem Richtwert auf. Der Cadmiumgehalt in der Pflanze hängt im wesentlichen von den Cd-Bodengehalten und deren Verfügbarkeit (pH-Wert) ab, aber auch von der Zufuhr über atmosphärische Deposition und Düngemittel. Die zukünftige EU-Regelung legt daher verstärkte Bemühungen für eine Minimierung aller Cadmium-Eintragspfade nahe.

Grenz- bzw. Richtwerte für Cadmium in mg/kg bzw. mg/l Frischsubstanz

Lebensmittel	EU-Entwurf Grenzwert	Österreich Richtwert
Milch	-	0,0025
Rind-, Schaf- und Schweinefleisch	0,05	0,1
Leber von Rind, Schaf, Schwein und Geflügel	0,5	0,3
Nieren von Rind und Schwein	1,0	1,0
Getreide	0,1	-
Weizenkorn	0,2	0,15
Roggenkorn	-	0,15
Sojabohnen	0,2	-
Leinsamen	-	0,3
Mohn	-	0,8
Kürbiskerne	-	0,02
Fruchtgemüse	-	0,1
Wurzelgemüse	-	0,1
Gemüse (außer Blatt-, Stamm-, Wurzelgemüse)	0,05	-
Blattgemüse	0,2	-
Stamm- und Wurzelgemüse, geschälte Kartoffel	0,1	-

Nach Tschernobyl wuchs auch die Sorge, dass über Dünge- und Pflanzenhilfsmittel radioaktive Stoffe verstärkt in die Umwelt gelangen könnten. In der Düngemittel-Verordnung 1994 wurde deshalb für die Isotope Cäsium 134 und 137 ein Grenzwert von 0,5 Bq/g festgelegt.

Wie eigene Untersuchungen über die radioaktive Belastung von Düngemitteln mit Cäsium zeigten, liegen die Aktivitäten unterhalb der Nachweisgrenze und nur bei Torf waren überhaupt messbare Werte zu beobachten, die aber weit unter dem Grenzwert lagen.

### Biologisch versus konventionell

In einer groß angelegten deutschen Meta-Studie (Woese et al. 1997) wurde der Gehalt an Inhaltsstoffen von biologisch und konventionell produzierten Lebensmitteln verglichen. Die Unterschiede zwischen den Produktionsverfahren beruhen - wenn man von Pestizidrückständen absieht - hauptsächlich auf Düngungsunterschieden. Dabei zeigte sich, dass biologisch produzierte Ware meist niedrigere Proteingehalte und bei Kartoffel, Blatt- und Wurzelgemüse auch niedrigere Nitratgehalte aufweist. Der Vitamin C und der Trockenmassegehalt ist tendenziell bei biologischer Ware höher. Keine Unterschiede oder kein klarer Trend war bei den Vitaminen A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, organischen Säuren, Zuckern und bei sensorischen Merkmalen zu beobachten.

## Zusammenfassung

Wie dargestellt, hat das Nährstoffangebot einen wesentlichen Einfluss auf Handels- und Nahrungsqualität. Während der Einfluss der Düngung auf den Gebrauchswert sehr gut untersucht ist, ist derjenige auf den Genuss- und Nährwert vergleichsweise wenig erforscht. Der Entwurf zur EU-Kontaminanten-Verordnung sieht Grenzwerte für Nitrat-, Mycotoxin-, Blei- und Cadmiumgehalte vor. Zumindest Nitrat- und Cadmiumgehalte können durch Düngung beeinflusst werden. Biologisch produzierte Ware weist im allgemeinen niedrigere Nitrat- und Proteingehalte, aber höhere Trockenmasse und Vitamin C Gehalte auf.

Die Untersuchungs- und Forschungstätigkeit sollte auf dem Gebiet des Genuss- und Nährwerts, der biologischen Produktion und auf dem Gebiet der möglichen Belastung durch Kontaminanten intensiviert werden.

## Literatur

- Dachler, M. 1998: Nitrogen response curves of field grown vegetables. Report 2<sup>nd</sup> ENVEG-meeting, 29.-1. Mai 1998, Thessaloniki
- Dersch, G. 2000 a: Schwefel zu Raps? Blick ins Land 2, 29-30
- Dersch, G. 2000 b: Trotz Extensivierungsauflagen höchste Weizenqualität erzeugen. Blick ins Land 3, 21- 22
- Dersch, G., E. Pfundtner und J. Weingärtner 1998: Einfluß der Düngung auf Ertrag, Nährwert, Nitrat- und Solanin Gehalt von Kartoffeln. VDLUFA-Kongreßband 1998 Giessen
- Fink, A. 1992: Dünger und Düngung. VCH-Verlagsgesmbh, Weinheim
- Köchler, A. 1982: Phosphor „schmeckt“ der Rübe gut. Agrozucker 1, 3-6
- Köchler, A. 1987: Interpretation of Long-Term Experiments with K Manuring. In : Methodology in Soil-K Research. 20th Colloquium of the International Potash Institute, 361-373, Worblaufen-Bern
- Kolbe, H. 2001: Düngung zu Kartoffeln. Kartoffelbau 52, 3, 88-91
- Mahn, Karen und Christa Hoffmann 2001: Schädlicher Stickstoff – Was hat das mit Zuckerrübe zu tun? Zuckerrübe 50, 3, 134-137.
- Pechanek, U., A. Karger, S. Gröger, B. Charvat, G. Schögl und T. Lelley 1997: Effect of Nitrogen Fertilization in Quantity of Flour Protein Components, Dough Properties, and Breadmaking Quality of Wheat. Cereal Chemistry 74(6), 800-805
- Sturm, H., A. Buchner und W. Zerulla 1994: Gezielter düngen. VerlagsUnionAgrar, Frankfurt
- Woese, K., D. Lange, Ch. Boess und K.W. Bögl 1997: A Comparison of Organically and Conventionally Grown Foods - Results of a Review of the Relevant Literature. J.Sci.Food Agric. 74,281-293

## Summary

Fertilization and food quality

How the quality of our food is influenced by fertilizers

Plant nutrients and fertilizers have a remarkable Influence on both commercial and nutritional value of food. Whereas the influence of fertilizer use on commercial value is well known, research on „epicurean“ (taste and smell) and nutritional value is comparatively scarce.

The draft of EU regulation on food contaminants foresees limit values for nitrate, mycotoxins, lead and cadmium. At least nitrate and cadmium content can be influenced by fertilizer use.

Organic grown products show in general lower nitrate and protein, but higher dry matter and vitamine C content.

Research and investigation of the effect of fertilizer use on nutritional and „epicurean“ values as well as on the content of contaminants should be intensified.

## Autor:

**DI Dr. Michael Dachler**, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Agarökologie, Spargelfeldstraße 191, 1226 Wien, +43 1 73216 3159