

## Innenbrand und Mineralstoffgehalte verschiedener Sorten Eis- und Kopfsalat aus biologisch-dynamischem Anbau

I. Hagel<sup>1</sup>, S. Haneklaus<sup>2</sup> und E. Schnug<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Biologisch-Dynamische Forschung, Brandschneise 5, D-64295 Darmstadt  
<sup>2</sup>Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig

### *Tipburn and Mineral Content of different Cultivars of Lettuce and Iceberg Salad from Biodynamic Agriculture*

**Abstract:** The mineral content of 12 of Iceberg salad and lettuce varieties from biodynamic farming varied considerably and showed strong inverse relationships to the biomass of the plants. Tipburn was related to the Ca-content, if the plant biomass was considered.

#### **Einleitung**

Im Salatkopf können die Blattränder Nekrosen (sog. Innenbrand) aufweisen. Dies steht in Zusammenhang mit einem unzureichenden Calcium (Ca) Transport in die Blätter, da Ca als essentieller Baustein biologischer Membranen benötigt wird und Pektinsäure der Mittellamelle der Zelle zu Ca-Pektinat absättigt (Mengel 1979). Innenbrand kann bis zu Totalausfällen, einhergehend mit hohen Einnahmeverlusten führen. Die Ursache für diesen Qualitätsmangel liegt jedoch nicht in einem zu geringen Ca-Gehalt des Bodens, sondern u.a. in der Immobilität von Ca in der Pflanze, einem übermäßigen N-Angebot (Brumm und Schenk 1994), einem zu schnellen Wachstum der Pflanze, ungünstigen Transpirationsbedingungen, empfindlichen Sorten sowie zu geringem Wurzelwerk. Offensichtlich werden bei der Züchtung neuer Sorten präventive Selektionsmaßnahmen zur Eindämmung des Innenbrandes nur unzureichend durchgeführt (Schlaghecken und Strohmeyer 1997). Auch im Ökologischen Landbau tritt Innenbrand auf. Mit aus diesem Grund wurden von einer biologisch-dynamischen Züchtungsinitiative (Kultursaat e.V.) in der Gärtnerei Bingenheim 12 Eis- und Kopfsalatvarianten angebaut, die auf ihre Mineralstoffgehalte und ihre Anfälligkeit für Innenbrand geprüft wurden.

#### **Material und Methoden**

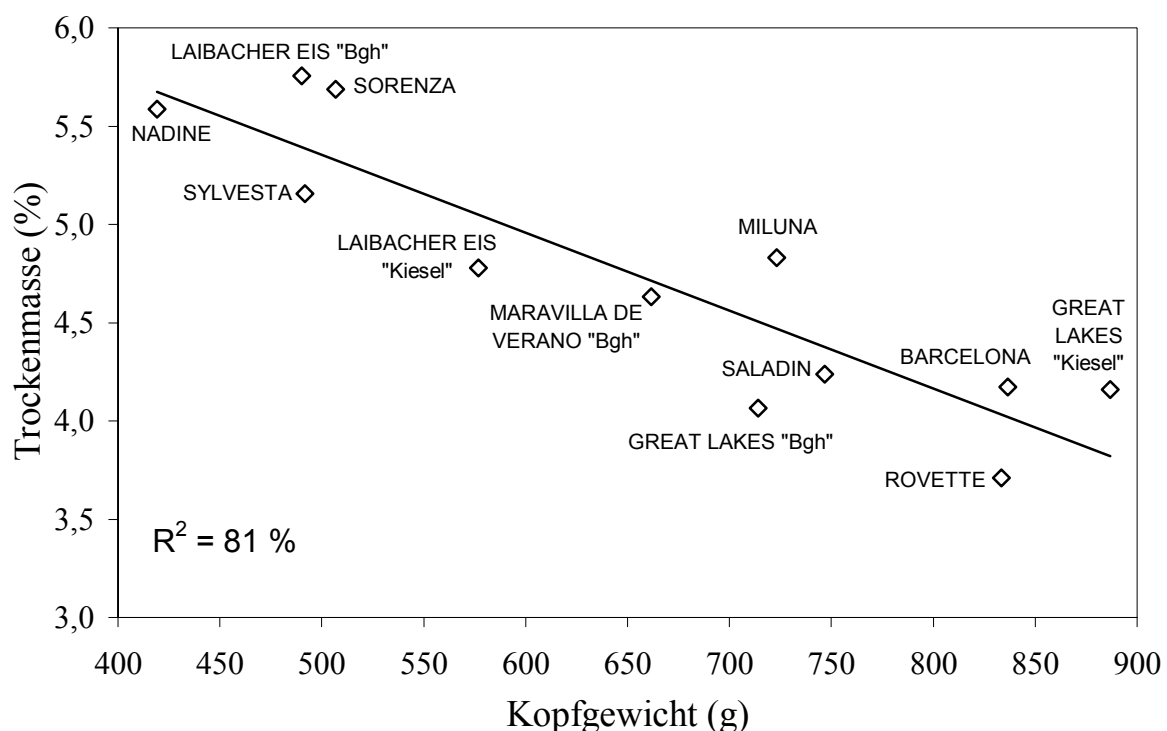
Angebaut wurden zu je 50 Köpfen als Zuchtsorten die sechs Eis- (E) bzw. Kopfsalate (K) BARCELONA (E), MILUNA (E), NADINE (K), ROXETTE (E), SALADIN (E), SORENZA (K) und SYLVESTA (K). Dazu kamen vier von der Züchtungsinitiative aus den Sorten GREAT LAKES (E), MARAVILLA DE VERANO (E) und LAIBACHER EIS (E) mehr- bis langjährig selektierte Zuchtstämme (im Folgenden ebenfalls als Sorten bezeichnet und in den Abbildungen mit "Bgh." gekennzeichnet). Das Saatgut für die Varianten LEIBACHER EIS „Kiesel“ sowie GREAT LAKES „Kiesel“ stammte von Mutterpflanzen, die zusätzlich im

Vorjahr sowohl eine Behandlung des Bodens mit gemahlenem Quarzmehl (1 kg/m<sup>2</sup>) als auch eine intensive Applikation (3-4 x) des reifefördernden biologisch-dynamischen Hornkieselpräparates erhalten hatten. Der Versuch erfolgte ohne Feldwiederholungen.

Am 30.6.2000 wurden je 6 Köpfe pro Variante geerntet und nach Lagerung im Erdkeller am nächsten Tag aufgearbeitet. Bestimmt wurden das mittlere Kopfgewicht, Trockenmassegehalt (TM), sowie der Mineralstoffgehalt (P, K, S, Mg, Ca und Si), welcher mittels Röntgenfluoreszenzanalyse nach Schnug und Haneklaus (1999) ermittelt wurde. Der N-Gehalt wurde nach Kjeldahl bestimmt. Der Grad der Verbraunung wurde über ein vierstufiges Bonitierungsschema erfaßt (0 = keine Verbraunung, 1 - 3 = schwacher, mittlerer und starker Befall).

### Ergebnisse und Diskussion

Das mittlere Kopfgewicht unterschied sich mit Werten zwischen 419 g (NADINE) und 887 g (GREAT LAKES „Kiesel“) stark (Abb. 1). Mit steigendem Kopfgewicht sanken die TM-Gehalte von 5,8 % (LAIBACHER EIS) auf 3,7 % (ROXETTE). Da Salat per se einen sehr niedrigen TM-Gehalt aufweist, beruht eine Steigerung des Kopfgewichts naturgemäß fast ausschließlich auf einer vermehrten Wassereinlagerung. Dennoch wären für eine biologisch-dynamische Züchtung hinsichtlich einer Harmonisierung der Wasserzunahme zugunsten höherer TM-Masse sicher qualitative Verbesserungen möglich und sinnvoll. Dies erscheint um so naheliegender, als ein höherer TM-Gehalt ein charakteristisches Merkmal von Gemüse aus Ökologischem Anbau im Vergleich zu konventionell erzeugten Produkten ist (Woesse et al. 1995).

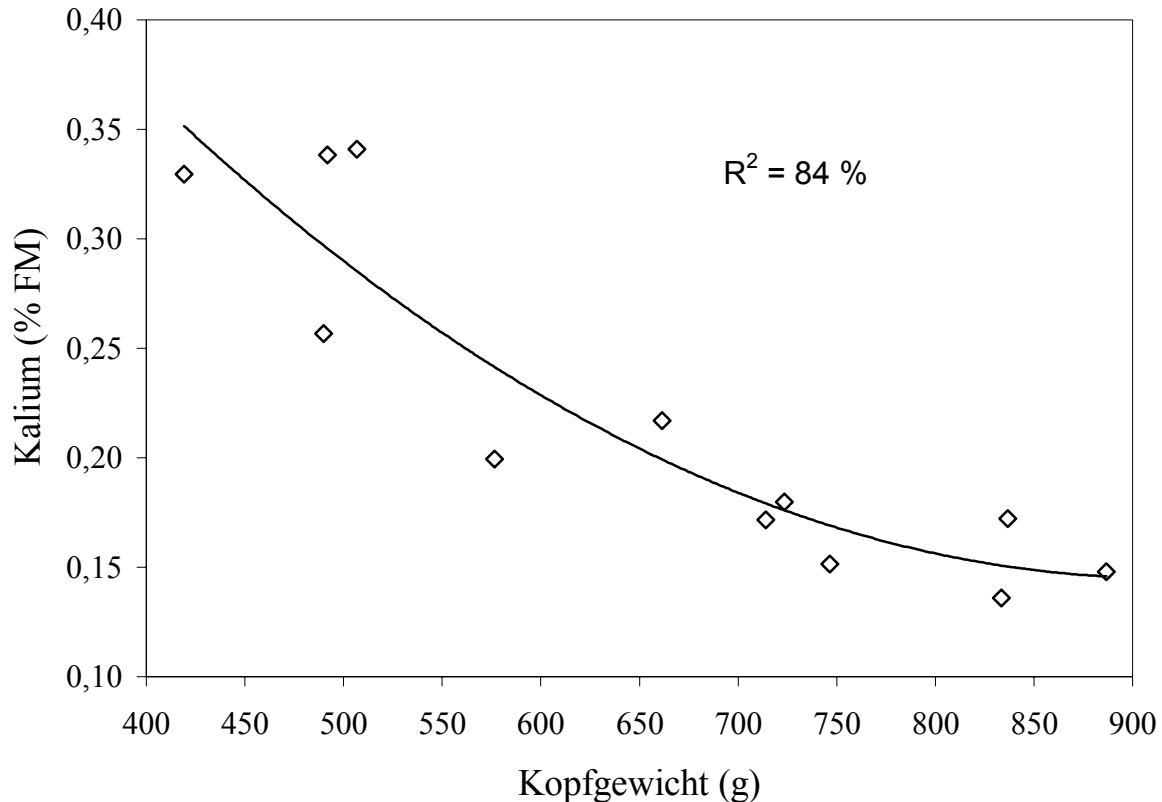


**Abb. 1:** Beziehung zwischen Kopfgewicht und TM-Gehalt verschiedener Salatsorten

Selektion und Kieselbehandlung hatten in den beiden verglichenen Fällen (GREAT LAKES und LAIBACHER EIS) zwar zu deutlich höheren Kopfgewichten, aber nur bei GREAT LAKES nicht auch zu reduzierten TM-Gehalten geführt (Abb. 1). Da dieser Versuch ohne Wiederholungen durchgeführt wurde, stellt dieses Ergebnis aber nur eine Tendenz dar.

Die mittleren Mg- und S-Gehalte entsprachen mit Werten von 0,009 % Mg und 0,012 % S (FM) denen aus der Literatur (Berg 1978), während die Gehalte an Ca und P mit 0,027 % Ca und 0,010 % P niedriger ausfielen. Die K-Gehalte dagegen lagen mit einem mittleren Gehalt von 0,22 % (FM) höher als der Literaturwert, was auf den K-reichen Basaltverwitterungsböden des Standortes Bingenheim zurückzuführen sein dürfte. Mit auf etwa das Doppelte steigenden Kopfgewichten (Abb. 1) sanken die über die jeweiligen Regressionen berechneten mittleren Mineralstoffgehalte ab (Abb. 2 - 4), und zwar relativ um 35 % (P), 57 % (K), 50 % (S), 61 % (Mg) und 60 % (Ca), was als Verdünnungseffekt zu bewerten ist. Der mittlere Si-Gehalt wurde bei Verdoppelung des Kopfgewichtes überproportional von 350 ppm auf rund 50 ppm reduziert ( $R^2 = 61 \%$ , Abb. 4). Auch der mittlere N-Gehalt der Sorten sank mit steigendem Kopfgewicht von 0,19 % um die Hälfte ab ( $R^2 = 55 \%$ , ohne Abb.). Damit hält also nicht nur der TM-Gehalt, sondern auch die Mineralstoffaufnahme des untersuchten Sortimentes nicht mit dem Massenzuwachs Schritt.

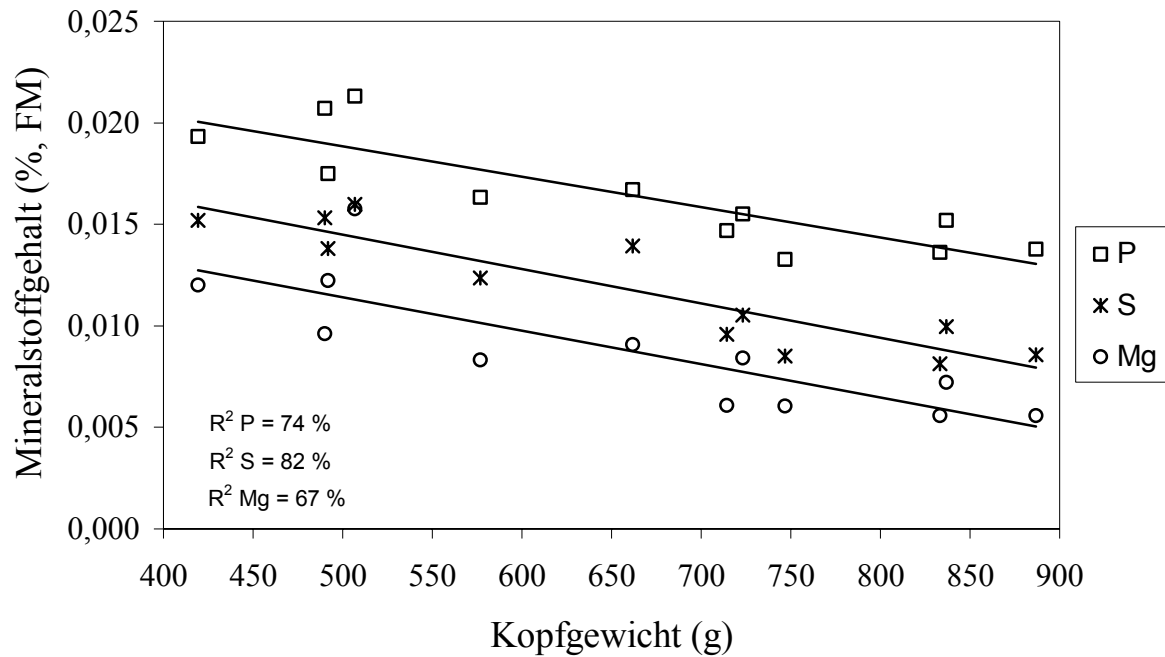
Die Bestimmtheitsmaße der o.a. Beziehungen lagen mit Werten zwischen 55 % (N) und 84 % (K) zum überwiegenden Teil sehr hoch. Damit variiert das Mineralstoffaneignungsvermögen für P, K, Mg und S der untersuchten Sorten wenig und ist hauptsächlich vom erzielten Kopfgewicht bestimmt. Erfahrungen aus der biologisch-dynamischen Möhrenzüchtung (Hagel 1997, Hagel et al. 2000 a und b) versprechen allerdings auch beim Salat Fortschritte. Dazu müßten neben den visuellen Selektionskriterien aber auch entsprechende analytische Parameter berücksichtigt werden. Es ist naheliegend, daß nicht nur die Mineralstoffgehalte, sondern z.B. auch sekundäre Pflanzenstoffe mit der Steigerung des Kopfgewichtes sinken (Paschold et al. 2000). Daher ist die Entwicklung zu immer größeren Einheiten (Schlaghecken und Strohmeier 1997) problematisch und sollte mit Blick auf die Produktqualität speziell vom Ökologischen Landbau kritisch hinterfragt werden.



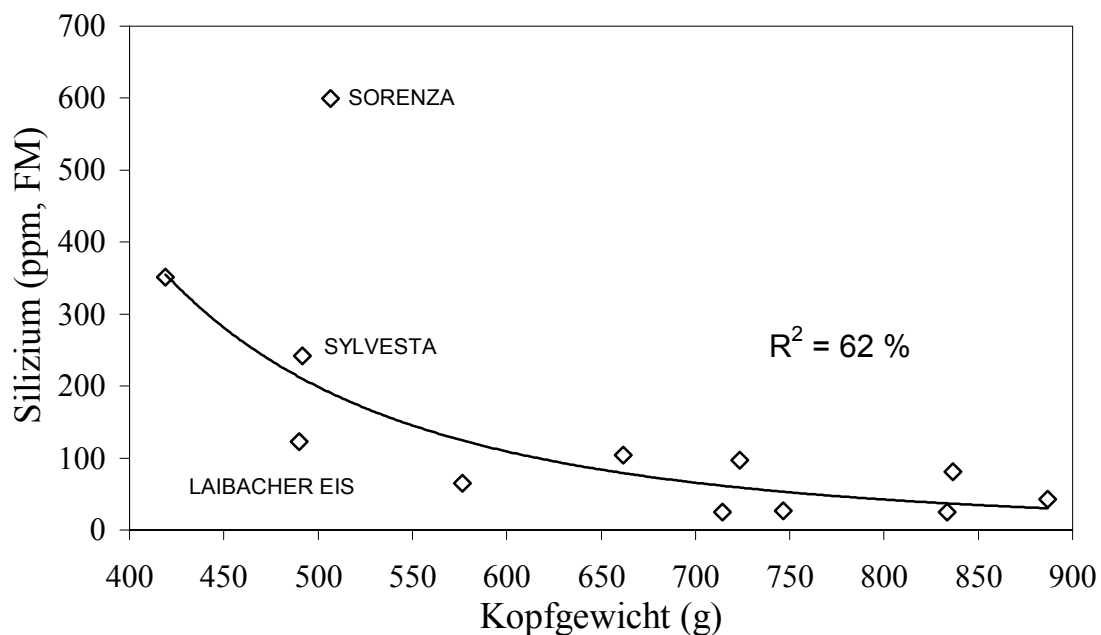
**Abb. 2:** Beziehungen zwischen Kopfgewicht und K-Gehalt verschiedener Salatsorten

Da die Beziehung zwischen Kopfgewicht und dem Ca-Gehalt mit einem Bestimmtheitsmaß von 55 % eine größere Variabilität aufwies (Abb. 5), erscheint im Vergleich zu den übrigen Mineralstoffen eine Selektion auf Ca-reiche Typen als noch weitaus lohnender.

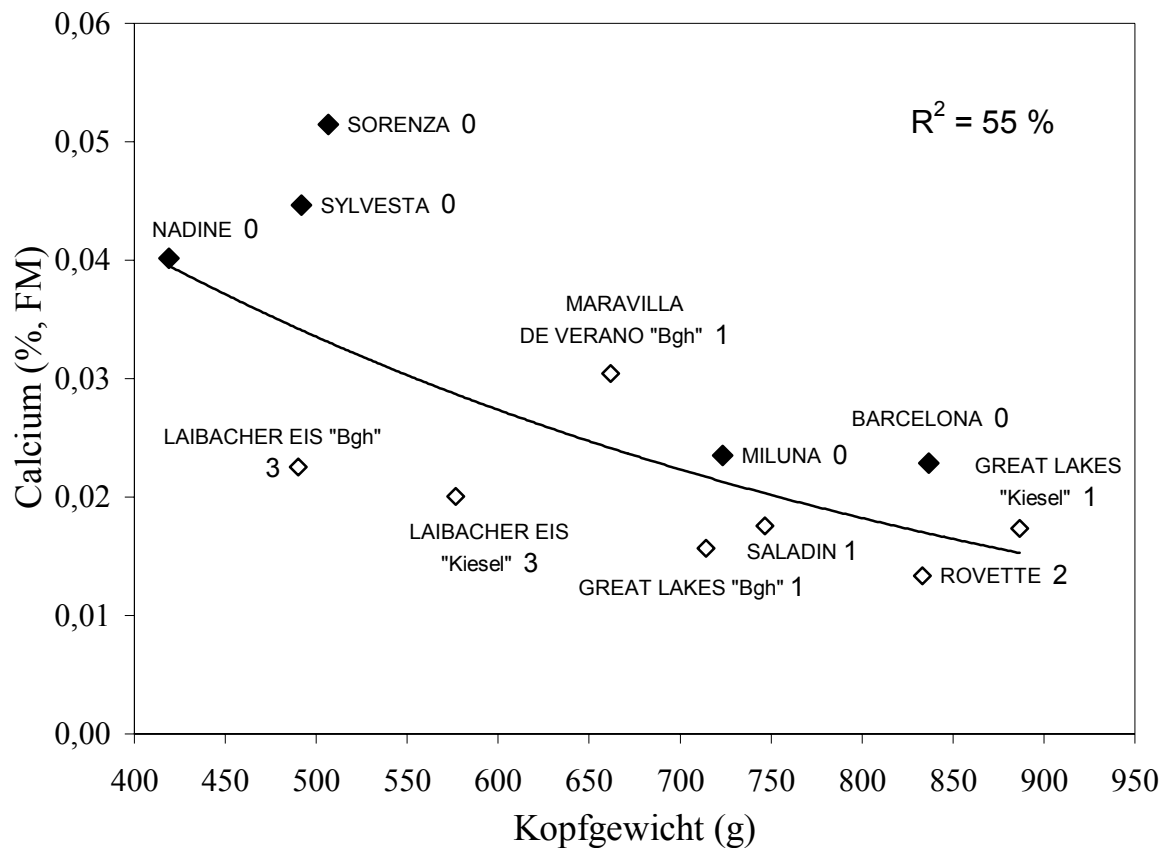
Aus Abbildung 5 geht hervor, daß der Innenbrand auch im Zusammenhang mit der Kopfgröße des Salates gesehen werden muß, da alle Sorten ohne Verbraunung über dem Versuchsmittel (Regression) liegende Ca-Gehalte aufwiesen. Dies bestätigt bekannte Erfahrungen an Salat (Schlaghecken und Strohmeier 1997) und Kohl (Poerink 1961, zitiert nach Ohls 1988).



**Abb. 3:** Beziehungen zwischen Kopfgewicht und P-, S- und Mg-Gehalt verschiedener Salat-sorten



**Abb. 4:** Beziehungen zwischen Kopfgewicht und Si-Gehalt verschiedener Salatsorten



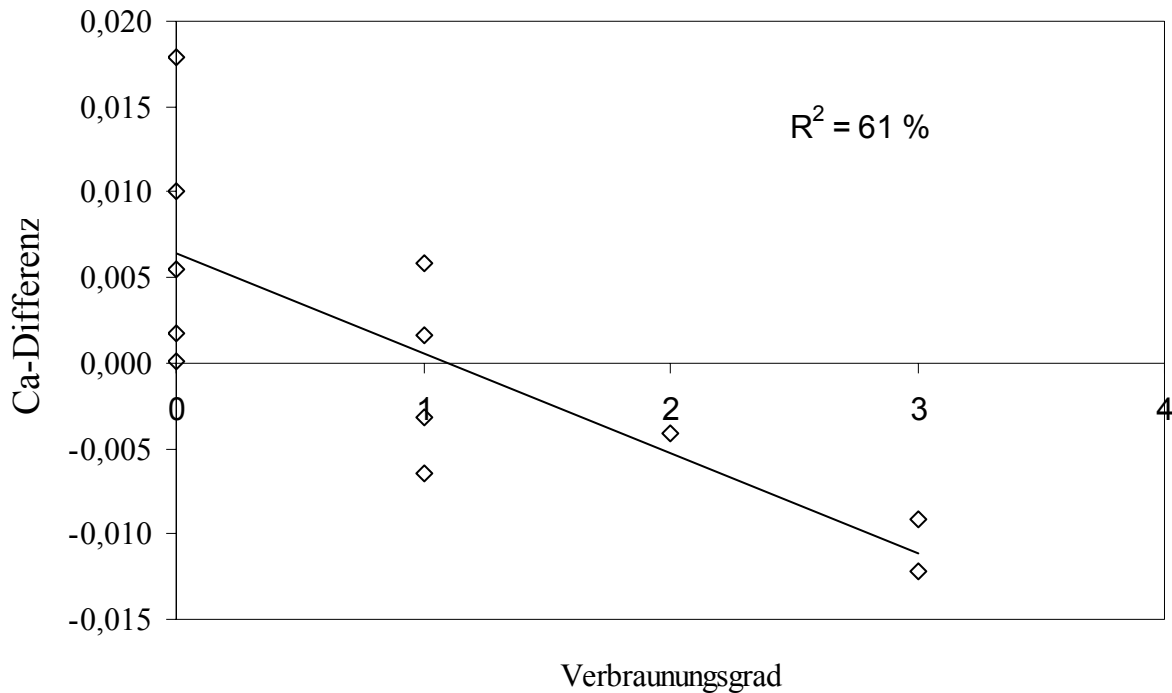
**Abb. 5:** Beziehungen zwischen Kopfgewicht und Ca-Gehalt verschiedener Salatsorten. Gefüllte Symbole = Sorten ohne Innenbrand. 0-3 = Grad des Innenbrandbefalls: 0 = kein Befall, 1 - 3 = schwacher, mittlerer und starker Befall.

Noch deutlicher wird dies, wenn die Ca-Differenzen vom Versuchsmittel ( $y_i$  Meßwert -  $y_i$  Regression) aus Abbildung 5 in Beziehung zum Grad des Innenbrandbefalls gesetzt werden (Abb. 6). Die Ca-Differenzen der fünf Salatsorten ohne Nekrosen wiesen mit einem mittleren Wert von 0,0070 % signifikant höhere überdurchschnittliche Ca-Gehalte auf als die übrigen Sorten mit Verbraunungen mit einer mittleren Differenz von -0,0043 %. Die Kieselbehandlung der Sorten GREAT LAKES und LAIBACHER EIS hatte keinen Einfluß auf den Verbraunungsgrad (Abb. 5).

Zwischen den Gehalten der verschiedenen Mineralstoffe bestanden starke positive Beziehungen (z.B. K und Ca:  $R^2 = 87\%$ , S und Ca:  $R^2 = 64\%$ , S und Mg:  $R^2 = 79\%$ , Mg und P:  $R^2 = 78\%$ , N und Ca:  $R^2 = 72\%$  usw.), ohne daß zwischen diesen Elementen kausale physiologische Beziehungen bestehen. Dies besagt, daß Pflanzen mit einem stärkeren Wurzelsystem nicht nur den einen, sondern alle Mineralstoffe vermehrt aufnehmen.

### Fazit

Die Mineralstoffgehalte von 12 Sorten Eis- und Kopfsalat aus biologisch-dynamischem Anbau wiesen starke inverse Beziehung zu den ebenfalls sehr unterschiedlichen Kopfgewichten auf, da vermutlich das Wachstum von Kopf und Wurzeln nicht im Gleichgewicht steht. Innenbrand stand in starker Beziehung zu den Ca-Gehalten, wenn die Kopfgewichte in die Betrachtung einbezogen wurden. Speziell die biologisch-dynamische Züchtung sollte sowohl mit Blick auf den Innenbrand als auch die Nahrungsqualität nicht nur das Wachstum des oberirdischen sondern auch des unterirdischen Teils der Salatpflanze fördern.



**Abb. 6:** Beziehung zwischen Verbraunungsgrad und Ca-Differenzen (d.h. Abweichungen der Ca-Gehalte vom Versuchsdurchschnitt, vgl. Abb. 5) verschiedener Salatsorten

### Literatur

- Berg, G. (1978): Ernährung und Stoffwechsel. UTB 776, Ferdinand Schöningh, Paderborn.
- Brumm, I. und M. Schenk (1994): Ein hohes N-Angebot fördert Innenbrand bei Kopfsalat. *Gemüse* 30, Nr. 2, 97-98.
- Hagel, I. (1997): Möhren: Bauen wir die falschen Sorten an? *Ökologie & Landbau* 1/1997; 42-43.
- Hagel, I., D. Bauer, S. Haneklaus und E. Schnug (2000 a): Zur Qualität von Frühmöhren aus einem biologisch-dynamischen Züchtungsprojekt. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung e.V., XXXV. Vortragsstagung, 20./21. März 2000, Karlsruhe, 217-222.
- Hagel, I., D. Bauer, S. Haneklaus und E. Schnug (2000 b): Zur Qualität von Herbstmöhren aus einem biologisch-dynamischen Züchtungsprojekt. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung e.V., XXXV. Vortragsstagung, 20./21. März 2000, Karlsruhe, 223-228.
- Mengel, K. (1979): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Ohls, J. (1988): Untersuchungen über Ursachen und Verhinderung der Innenblattnekrose im Kopfkohl, sowie Möglichkeiten der Anfälligkeitsprognose. Diss., Kiel.
- Paschold, P.-J., J. Kleber, S.T. Adam, A. Bognar und B. Tauscher (2000): Einfluß von Bewässerung und N-Düngung auf Ertrag und Sulforaphangehalt von Brokkoli (*Brassica oleracea*). Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung e.V., XXXV. Vortragsstagung, 20./21. März 2000, Karlsruhe, 57-65.
- Poerink, H.J. (1961): Rand in white kool. *Alkmaar, Meddeling* Nr. 19.
- Schlaghecken, J. und K. Strohmeyer (1997): Blattnekrosen bei Kopfsalat. *Rheinische Monatschrift* 8/1997, 588-591.
- Schnug, E. and Haneklaus, S. 1999. Diagnosis of the Nutritional Status and Quality Assessment of Oilseed Rape by X-Ray Spectroscopy. Proc. 10th Int. Rapeseed Congress, Sept. 26-29, 1999, Canberra, (CD-ROM).
- Woese, K., D. Lange, C. Boess, und K. W. Bögl (1995): Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich. Eine Literaturstudie, Teil 1 und 2. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Hefte 4 und 5/1995.