

Zum Kalium-Natrium-Verhältnis in Demeter-Möhren

Ingo Hagel

Biologisch-dynamisch angebaute Möhren (Markenzeichen DEMETER) werden teilweise zur Safterstellung verwendet. Einer der Verarbeiter (Fa. EDEN) garantiert im Möhrensaft bestimmte Mindest- und Höchstwerte für die Mineralstoffe Kalium (K) und Natrium (Na). Wie berichtet wurde, erfüllten einige Partien der angemeldeten Möhren diese Voraussetzung nicht in gewünschtem Maße. In diesen Fällen ist das Qualitätsziel des Verarbeiters und somit auch der Verkauf der Möhren an diesen gefährdet. Aus diesem Grund wurde im Jahre 1993/94 ein Projekt durchgeführt zur Erfassung der Möhrenqualität von biologisch-dynamischen Betrieben. Es wurde *geplant und finanziert in Absprache mit dem Hessischen Landesamt für Regionalentwicklung und Landwirtschaft und der Demeter-Felderzeugnisse Erzeugergemeinschaft*. Die Organisation und Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch das Institut für biologisch-dynamische Forschung, Darmstadt. Ziel der Untersuchung war, einen besseren Überblick über die Mineralstoffgehalte von Möhren aus biologisch-dynamischem Anbau zu bekommen.

Material und Methoden

Die untersuchten Möhren kamen von der Demeter-Felderzeugnisse GmbH angehörenden Betrieben. Dazu wurden im Sommer 1993 54 Möhrenanbauer aus Deutschland und den Niederlanden angeschrieben und gebeten, ca. 40-50 kg Möhren in einem mitgelieferten Sack sowie eine Bodenprobe und einen ausgefüllten Fragebogen an das Institut für biologisch-dynamische Forschung zu senden. Im Institut gingen insgesamt 41 Möhrenproben und 36 Bodenproben ein, was eine erfreulich hohe Beteiligung an der Untersuchung bedeutet. Hinsichtlich der Bodenprobe waren die Landwirte in einem Infoblatt gebeten worden, von 25 Stellen des betreffenden Schlages eine Probe bis 20 cm Tiefe zu entnehmen, gut zu mischen und davon 1 kg an uns zu verschicken. Da das Projekt mitten in der Vegetationsperiode begonnen wurde und aus Dringlichkeitsgründen nicht verschoben werden sollte, konnte die Bodenprobe nicht zu Vegetationsbeginn, sondern erst zur Ernte gezogen werden.

Die K- und Na-Untersuchung wurde von der Hessischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt (HLVA) am getrockneten Möhrenmaterial durchgeführt. Die Extraktgehaltbestimmung am Saft erfolgte freundlicherweise durch die EDEN GmbH. Die Bodenproben wurden von der HLVA auf pH, Phosphor, Kalium (CAL), Natrium und Magnesium gemäß den dortigen Methoden untersucht.

Zusätzlich wurde ein Lagerversuch durchgeführt. Über sein Ergebnis wird in der nächsten Ausgabe berichtet werden.

Gehalte von Boden und Möhren

Die Auswertung der von den Landwirten ausgefüllten Fragebögen ergab als am häufigsten angebaute Möhre die Sorte Rothild. Meistens wurden die Möhren als abtragende Frucht nach Getreide gestellt, aber auch nach Kartoffeln. Auffallend ist der relativ häufig durchgeführte Zwischenfruchtanbau (56,1 % der Proben). In der Regel wurden die Möhren über die Vorfrucht gedüngt, nur in vier Fällen erfolgte direkt eine Stallmistkompost- oder Jauchegabe. Die Anwendung der biologisch-dynamischen Kompostpräparate Hornmist- und Hornkiesel erfolgte gemäß Fragebogen meistens je einmal, jedoch auch öfter. Der Saattermin variierte stark vom 21.3. bis 23.5., ebenso die Ernte (vom 16.9. bis 12.11.). In 7 Fällen erfolgte eine Beregnung der Schläge. Die geschätzten Erträge lagen im Schnitt bei 537 dt/ha.

9 der 36 eingesandten Bodenproben (=25,0 %) gehörten bzgl. des Kaligehaltes der Gehaltsklasse A (niedrig) an, 14 (=38,9 %) der Klasse B (mittel), 13 Proben (=36,1 %) gehörten den Klassen C, D oder E an mit den Versorgungsstufen „hoch“, „sehr hoch“ und „besonders hoch“. Zu berücksichtigen ist, daß diese Ergebnisse nicht den Zustand des Bodens zu Beginn sondern zum Ende der Vegetationsperiode darstellen.

Die Na-Gehalte lagen zwischen 0,6 und 4,5 mg/100 g Boden. Es ergaben sich stark variierende K:Na-Verhältnisse der Böden von 2,3 bis 42,5. – Der K-Gehalt der Möhren (ppm in Frischsubstanz) stieg zwar mit steigendem K-Gehalt des Bodens an ($r=0,57^{***}$, Abb. 1). Aus der Grafik ist aber auch zu entnehmen, daß die K-Gehalte der Möhren nur in einer sehr losen Beziehung zum K-Gehalt des Bodens standen. So kamen bei K-Gehalten des Bodens zwischen 8-13 mg K₂O sehr niedrige K-Gehalte der Möhren von rund 1500, aber auch sehr hohe von über 4000 ppm K vor. Dieses Ergebnis mahnt, bzgl. der K-Gehalte der Möhren auch andere Faktoren als allein den K-Gehalt des Bodens in die Überlegungen mit einzubeziehen. – Das K:Na-Verhältnis der Möhren war zwar positiv, aber nur schwach ($r=0,41^*$) zum K-Gehalt des Bodens korreliert. Ähnlich schwach stand das K:Na-Verhältnis der Möhren negativ zum Na-Gehalt des Bodens in Beziehung ($r=-0,36^*$). Die stärkste Beziehung zum K:Na-Verhältnis der Möhren wies dagegen das K:Na-Verhältnis des Bodens auf ($r=0,70^{***}$).

Der Na-Gehalt der Möhren stieg mit dem Na-Gehalt des Bodens an, jedoch war diese Beziehung nur schwach ausgeprägt ($r=0,47^{**}$).

Aus Abbildung 2 ist ersichtlich, daß mit steigendem K-Gehalt der Möhren (ppm in Frischsubstanz) der Na-Gehalt in diesen sank ($r=-0,77^{***}$). Wechselbeziehungen in der Aufnahme von K und Na (und Kalzium) sind bekannt (z.B. BOHLE 1969, HENKENS 1965, SCHARRER und JUNG 1955). Auffällig ist in den K-Versorgungsstufen A und B (niedrig und mittel) der Böden, daß die tatsächlich erreichten K-Gehalte der Möhren sich sehr variabel gestalteten, d.h. sie konnten sehr niedrig, z.B. bei 1548 ppm (Frischsubstanz)) aber auch sehr hoch, bei 4042 ppm liegen.

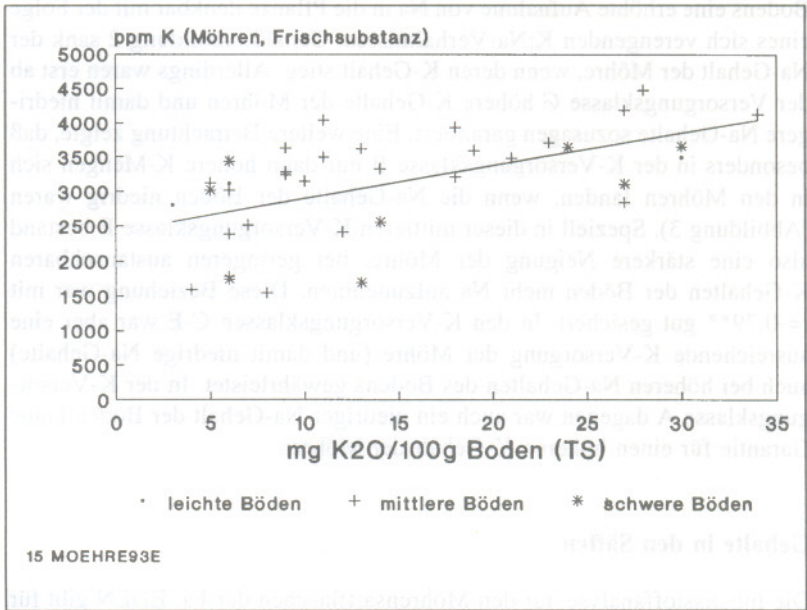
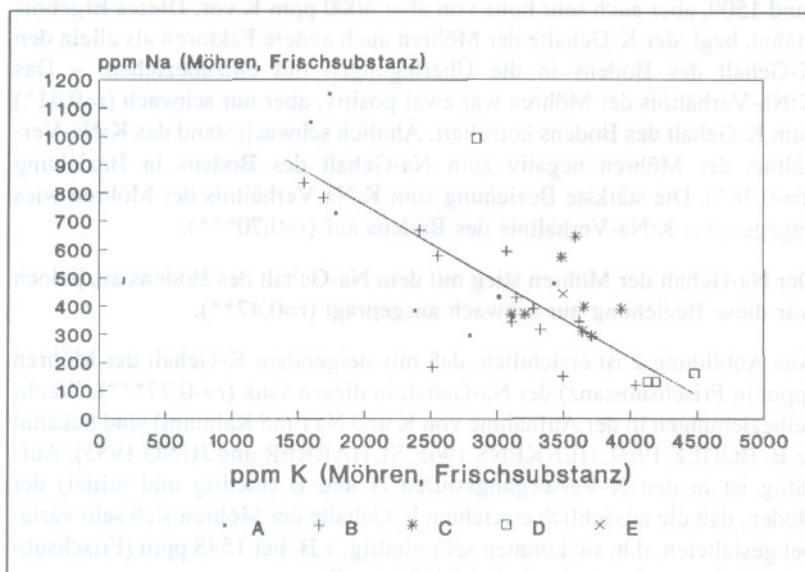


Abb.1:
Der Kaliumgehalt der Möhren in Abhängigkeit vom Kaliumgehalt des Bodens und der Bodenklasse

Diskussion

In der Regel enthält ein Boden umso mehr an Gesamt-K, je höher sein Ton- und Schluffanteil ist. Nur etwa 1-2 % des Gesamt-K ist austauschbar, und wiederum nur wenige Prozente des austauschbaren K befinden sich in der Bodenlösung (WIKLANDER 1954). Da der Ionenbelag der Sorptionskomplexe unter Umständen sogar einen etwas höheren Na- als K-Anteil aufwei-

Abb. 2:
Der Na-Gehalt der
Möhren in Abhän-
gigkeit vom
K-Gehalt der
Möhren und ver-
schiedener K-Ver-
sorgungsklassen
der Böden.



sen kann (MENGEL 1979), wäre im Falle einer K-Unterversorgung des Bodens eine erhöhte Aufnahme von Na in die Pflanze denkbar mit der Folge eines sich verengenden K:Na-Verhältnisses. Gemäß Abbildung 2 sank der Na-Gehalt der Möhre, wenn deren K-Gehalt stieg. Allerdings waren erst ab der Versorgungsklasse C höhere K-Gehalte der Möhren und damit niedrigere Na-Gehalte sozusagen garantiert. Eine weitere Betrachtung zeigte, daß besonders in der K-Versorgungsklasse B nur dann höhere K-Mengen sich in den Möhren fanden, wenn die Na-Gehalte der Böden niedrig waren (Abbildung 3). Speziell in dieser mittleren K-Versorgungsklasse B bestand also eine stärkere Neigung der Möhre, bei geringeren austauschbaren K-Gehalten der Böden mehr Na aufzunehmen. Diese Beziehung war mit $r = -0,79^{**}$ gut gesichert. In den K-Versorgungsklassen C-E war aber eine ausreichende K-Versorgung der Möhre (und damit niedrige Na-Gehalte) auch bei höheren Na-Gehalten des Bodens gewährleistet. In der K-Versorgungsklasse A dagegen war auch ein niedriger Na-Gehalt der Böden keine Garantie für einen höheren K-Gehalt der Möhren.

Gehalte in den Säften

Die Inhaltsstoffanalyse auf den Möhrensaftflaschen der Fa. EDEN gibt für

Na einen Grenzwert von 500 mg/l an, für Kalium dagegen einen Mindestwert von 2200 mg/l. Dieses entspricht einem Ka:Na-Verhältnis von 4,4. Orientiert man sich allein an diesem Verhältnis, so lagen nur 10 der 41 untersuchten Möhrenproben (=24,4 %) unter diesem Wert. Die niedrigen K:Na-Verhältnisse dieser Proben können durch die übrigen Proben mit höheren Gehalten ausgeglichen werden: Sämtliche 41 Proben zusammen hatten ein durchschnittliches K:Na-Verhältnis von 9,81.

Auch das Erzielen von Mindestgehalten von 2200 mg K/l scheint bei einem durchschnittlichen Kaliumgehalt aller 41 Proben von 3063 ppm der Möhrenfrischsubstanz wohl kaum Probleme zu bereiten, obwohl 6 von 41 Proben (=14,6 %) Gehalte unter diesem Wert aufwiesen. Allerdings sollte in einer zukünftigen Untersuchung der K- bzw. Na-Gehalt nicht nur in der Trocken- bzw. Frischsubstanz, sondern auch am Saft bestimmt werden. Denn nach OTTENEDER (1982) ist der K-Gehalt des Möhrensaftes preßdruckabhängig. Dies bedeutet, daß die Berechnung der K-Gehalte als ppm K in der Frischsubstanz – wie sie hier durchgeführt wurde – zu Werten führt, die nicht mit den Gehalten im Saft übereinstimmen. Letztere liegen etwas niedriger. Damit dürften auch mehr als nur 14,6 % der hier untersuchten Proben den Firmenmindestwert von 2200ppm K/l nicht erreichen. Aus dem gleichen Grund wird aber auch der Na-Gehalt im Saft wohl reduziert werden, so daß auch hier sehr wahrscheinlich weniger als die o.a. 11 von 41 Möhrenproben den Grenzwert von 500 ppm Na überschreiten dürften. Es kann im Moment aber nicht gesagt werden, wie hoch die Reduzierung der Mineralstoffgehalte im Saft im Vergleich zur ganzen Möhre sein wird. Um dieses abzuschätzen, müßte eine gut zerkleinerte Möhrenprobe unter ähnlich hohen Drücken ausgepreßt werden, wie das im großtechnischen Prozeß tatsächlich geschieht.

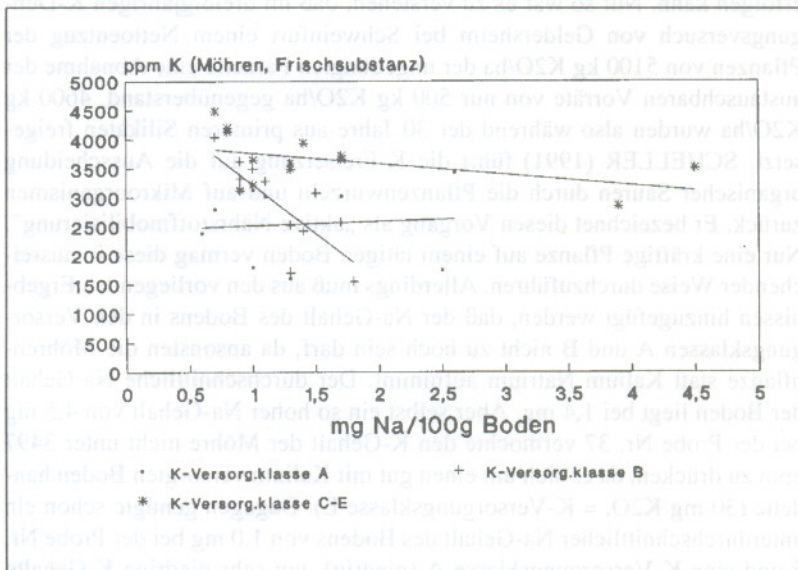


Abb. 3:
K-Gehalte der Möhren (ppm in Frischsubstanz) in Abhängigkeit vom Na-Gehalt der Böden und dem K-Versorgungsgrad.

OTTENEDER (1982) gibt für die Na- und K-Gehalte von industriell gefertigten unverschnittenen Möhrensäften folgende Werte an: Für Natrium nennt er einen Mittelwert aus 16 Untersuchungen von 300 ppm (Schwankungsbreite 140-736 ppm), für Kalium einen Mittelwert von 2150 (Schwankungsbreite 1490-2669). BERG (1978) nennt für Karottensaft einen durchschnittlichen K-Gehalt von 2190 ppm sowie 520 ppm Na. PESCHKE (1994) fand in 30 Möhrenproben aus der konventionellen und biologisch-dynamischen Praxis einen durchschnittlichen K-Gehalt von 3280 ppm (i.d. Frischmasse). Diese Werte entsprechen gut den Durchschnittswerten der vorliegenden Untersuchung mit 3063 ppm K und 479 ppm Na (Frischsubstanz), wenn man eine Reduktion der Mineralstoffgehalte bei der Saftgewinnung berücksichtigt. Die K- und Na-Gehalte dieser Proben aus biologisch-dynamischem Anbau decken sich sogar mit OTTENEDER's „Ausreißern“. Auch er fand ja Proben mit unterdurchschnittlichen K-Gehalten und überdurchschnittlichen Na-Gehalten. Meines Erachtens deutet also nichts darauf hin, daß Möhrenproben aus biologisch-dynamischem Anbau hinsichtlich ihrer Mineralstoffgehalte von der zu erwartenden Norm abweichen.

Dies bedeutet aber nicht, daß Anbauer und Berater sich in einzelnen Fällen nicht Gedanken machen sollten, wie stark von der Norm abweichenden K- und Na-Gehalten der Möhren begegnet werden könnte. Vor einer mineralischen K-Düngung sollten jedoch sicher andere Maßnahmen bedacht und versucht werden. Denn nicht jeder Schlag mit einem niedrigen K-Versorgungsgrad (selbst der Klasse A) hatte auch niedrige K-Gehalte in den Möhren zur Folge (Abb. 3). SCHELLER (1984) konnte ja zeigen, daß eine Versorgung der Pflanzen aus nichtaustauschbaren K-Vorräten der primären Silikate (Biotitglimmer und Feldspäte) der Grob- und Mittelschluffraktion erfolgen kann. Nur so war es zu verstehen, daß im dreißigjährigen K-Düngungsversuch von Geldersheim bei Schweinfurt einem Nettoentzug der Pflanzen von 5100 kg K₂O/ha der ungedüngten Parzelle eine Abnahme der austauschbaren Vorräte von nur 500 kg K₂O/ha gegenüberstand. 4600 kg K₂O/ha wurden also während der 30 Jahre aus primären Silikaten freigesetzt. SCHELLER (1991) führt die K-Freisetzung auf die Ausscheidung organischer Säuren durch die Pflanzenwurzeln und auf Mikroorganismen zurück. Er bezeichnet diesen Vorgang als „aktive Nährstoffmobilisierung“. Nur eine kräftige Pflanze auf einem tätigen Boden vermag diese in ausreichender Weise durchzuführen. Allerdings muß aus den vorliegenden Ergebnissen hinzugefügt werden, daß der Na-Gehalt des Bodens in den Versorgungsklassen A und B nicht zu hoch sein darf, da ansonsten die Möhrenpflanze statt Kalium Natrium aufnimmt. Der durchschnittliche Na-Gehalt der Böden liegt bei 1,4 mg. Aber selbst ein so hoher Na-Gehalt von 4,5 mg bei der Probe Nr. 37 vermochte den K-Gehalt der Möhre nicht unter 3497 ppm zu drücken, da es sich um einen gut mit Kalium versorgten Boden handelte (30 mg K₂O, = K-Versorgungsklasse E). Dagegen genügte schon ein unterdurchschnittlicher Na-Gehalt des Bodens von 1,0 mg bei der Probe Nr. 5 und eine K-Versorgungsklasse A (niedrig), um sehr niedrige K-Gehalte

der Möhren von 1784 ppm und sehr hohe Na-Gehalte von 728 ppm hervor-zurufen. Wenn also tatsächlich an eine K-Düngung einzelner Böden gedacht wird, so sollte die Entscheidung dazu nicht allein in einem zu niedrigen K-Gehalt des Bodens liegen, sondern nur bei gleichzeitig vorhandenen zu hohen Na-Gehalten der Böden. Eine Verbesserung der Vegetationsbedin-gungen (z.B. Bodenstruktur) sollte immer im Vordergrund der Überlegun-gen stehen.

Literatur

BERG, G. (1978): Ernährung und Stoffwechsel. 1. Auflage, UTB.

BOHLE, H. (1969): Natriumdüngung zu Dauergrünland auf schweren Böden. Das wirt-schaftseigene Futter 15, 112-127.

HENKENS, Ch.H. (1965): Factors influencing the sodium content of meadow grass. Neth. J.agric.Sci. 13, 21.

MENGEL, K. (1979): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag.

OTTENEDER, H. (1982): Beitrag zur Beurteilung von Karotten-(Möhren-) Saft und Karotten-(Möhren-) Trunk. Deutsche Lebensmittel Rundschau, 78. Jahrg., Nr. 5, 174-177.

SCHARRER, K. und J.JUNG (1955): Der Einfluß der Ernährung auf das Verhältnis von Kationen zu Anionen in der Pflanze. Z.Pflanzenernähr.Düng.Bodenkde 71, 76.

SCHELLER, E. (1984): Bestimmung der Kaliumverfügbarkeit in einem 30jährigen Düngungsversuch und in Böden mit verschiedenen Formen des Nährstoffersatzes. Diplomarbeit, Institut für Bodenkunde, Weihenstephen.

SCHELLER, E. (1991): Wissenschaftliche Grundlagen zum Verständnis der Düngungs-praxis im ökologischen Landbau – Aktive Nährstoffmobilisierung und ihre Rahmenbe-dingungen. Selbstverlag D-8787 Zeitlofs.

WIKLANDER, L. (1954): Forms of potassium in the soil. Potassium-Symposium, Intern. Kali-Institut, Bern, 109-121.