Selen in Dinkel

W. Hein*, A. Edelbauer und H. Grausgruber**

Einleitung

Dinkel oder Spelzweizen (*Triticum spelta*) ist eine alte Kulturpflanze, die – wie schon der Name sagt – mit dem Weizen verwandt ist. Im Gebiet von Südwestasien wurde Dinkel schon rund 6000 v. Chr. angebaut und genutzt. Im Laufe der Jahrhunderte gelangte Dinkel auch nach Europa, wo er speziell ab der Römerzeit große Verbreitung besonders in Mittel- und Nordeuropa fand. Gerade im alemannischen Sprachgebiet verbreitete sich der Dinkelanbau stark, dass man dieses Gebiet als Kernland des „alemannischen Kornes" bezeichnen kann (ZELLER, 1987). Noch 1913 wurden über 231.000 ha Spelzweizen in Deutschland angebaut (HÖSEL, 1989); bis Ende der dreissiger Jahre ging die Anbaufläche für Dinkel zugunsten des Weichweizens, des *Triticum aestivum*, zurück (WINZELER u. RÜEGGER, 1991). Auch in der Schweiz war Dinkel das wichtigste Brotgetreide, was sich aus der Bezeichnung „Korn" für Dinkel ergibt. Die Hauptbrotgetreideart wurde in jedem Land mit „Korn" bezeichnet. Auch in den westlichen Teilen Österreichs hatte der Dinkel einen hohen Stellenwert über viele Jahrhunderte. Gerade wegen seiner Anspruchslosigkeit im Hinblick auf Klima und Boden konnte der Dinkel in den alpinen Regionen angebaut werden und wurde erst Anfang des 20. Jahrhunderts durch wesentlich ertragreichere Weichweizensorten abgelöst. Dazu hat sicher auch die Tatsache beigetragen, dass zur Bearbeitung von Dinkel mehrere Arbeitsgänge erforderlich sind als bei Weizen, wozu auf jeden Fall das Entvesen, also das Entfernen der Spelzen, zählt.

Im Zuge eines - allgemein - gestiegenen Gesundheitsbewußtseins wurde vor rund 25 Jahren der Dinkel wieder entdeckt. Nach dem Motto „Zurück zur Natur" erlebten alte Kulturpflanzen eine Renaissance, ebenso wie man sich auf althergebrachte Heilmittel und Rezepte besann. Nachdem schon im 12. Jahrhundert Hildegard von Bingen den Dinkel teilweise als Medizinalpflanze mit besten Eigenschaften beschrieben hatte und damit auch Heilerfolge erzielen konnte, erhielt eben diese Pflanze Ende des 20. Jahrhunderts einen neuen Stellenwert. Auch bezüglich der Inhaltsstoffe erwartete man sich vom Dinkel sehr viel, und viele der ursprünglichen Behauptungen konnten in der Zwischenzeit wissenschaftlich nachgewiesen werden. So wurden von JACQUOT et al. (1960) wesentlich höhere Proteingehalte von Dinkel im Gegensatz zu Weichweizen nachgewiesen, in der Größenordnung wie Hartweizen, während CLAMOT (1984) eigentlich keinen Unterschied zwischen diesen beiden Triticum-Arten feststellen kann. Auch SEIBEL (1989) ordnet Dinkel im Proteingehalt ähnlich wie Hartweizen ein; außerdem stuft er Lebensmittel aus Dinkel in die Kategorie „Gesunde Ernährung" ein. ZÜLLIG (1984) vergleicht verschiedene ausgewählte Inhaltsstoffe von Dinkel und Weizen (Untersuchungen des ganzen Getreidekornes) miteinander, wobei zwar die Ergebnisse der Einzelwerte recht unterschiedlich zueinander ausfällt; in der Summe sind aber die ernährungsphysiologisch wichtigen Stoffe überdurchschnittlich gut. Ebenso gibt es Untersuchungen über den Mineralstoffgehalt verschiedener Dinkelsorten, verglichen zu Weichweizen (MOUDRY und DVORACEK, 1999). Hier konnte lediglich bei Zink ein statistisch gesicherter Unterschied festgestellt werden, obwohl die Analysenergebnisse bis auf Ca immer bei Dinkel die höheren Gehalte ergeben haben. Gerade der Gehalt an Selen soll in Dinkel höher als in Weizen sein und daher eine spezielle Bedeutung für die menschliche Ernährung besitzen. JOHNSSON (1991) hat den Selengehalt in *Triticum sativum* über einen langen Zeitraum untersucht, wozu leider kein Spelzweizen gehörte. Dieses chemische Element spielt eine wichtige Rolle in der menschlichen Ernährung.

Bedeutung von Selen als Spurenelement

Als chemisches Element gehört es zur 6. Hauptgruppe des Periodensystems mit den natürlichen Isotopen (in Klammern Häufigkeitsangabe) 74 (0,9%), 76 (9,0%), 77 (7,6%), 78

(23,6%), 80 (49,7%) und 82 (9,2%); das Atomgewicht beträgt 78,96 und die Ordnungszahl 34. Selen steht im Periodensystem unmittelbar unter dem Schwefel und tritt wie dieser in den Oxidationsstufen –2, +2, +4, +6 auf; die Verbindungen mit 4-wertigem Selen sind am häufigsten und beständigsten. Selen kommt ähnlich wie der homologe Schwefel in mehreren allotropen Modifikationen vor (RÖMPP, 1990).
Selen ist als ein Strukturbestandteil des Enzyms Glutathion-Peroxidase zu betrachten. Die Glutathion-Peroxidase spielt bei antioxidativen Abwehrmechanismen des Körpers eine wichtige Rolle und findet sich besonders häufig in bestimmten Zellen wie Erythrozyten, Phagozyten, Thrombozyten, in Leber, Augen und allen Organen und Geweben mit einem besonders aktiven oxidativen Stoffwechsel. Selen ist maßgeblich am Schilddrüsenhormonstoffwechsel beteiligt (MAYER, 1998). Selen ist ein bedeutender Zellschutzfaktor, bietet somit Schutz vor Chromosomenschäden und führt zur Erhöhung der körpereigenen Resistenz gegen Krankheitskeime. Selen ist eigentlich zur Erhaltung aller Körperfunktionen notwendig. Selen schützt auch gegen die Beschleunigung von Alterungsprozessen und Schädigungen des genetischen Apparates.
Der Tagesbedarf an Selen für einen erwachsenen Menschen wird von der Weltgesundheitsorganisation WHO mit 50 – 200 µg als optimale Versorgung angegeben. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt jedoch nur eine Menge zwischen 20 und 100 µg pro Tag. Dabei werden Alter, Geschlecht sowie der allgemeine Gesundheitszustand, bzw. eventuelle Risikogruppen unterschieden. Die durchschnittliche Selenzufuhr beträgt in Deutschland nur rund 40 – 60 µg/Tag und liegt somit an der Grenze zu einer Mangelversorgung. Bei bestimmten Krankheiten wie Herzinfarkt, koronarer Herzerkrankung, Krebs oder Leberzirrhose wurden weit unter der Norm liegende Selengehalte im Vollblut, bzw. im Serum festgestellt. Schwerer Selenmangel führt beim Menschen zu einer krankhaften Vergrößerung des Herzens und zu schweren Gelenkserkrankungen (Keshan-Krankheit).
Als Hauptquellen von Selen in der menschlichen Nahrung dienen das tierische und pflanzliche Eiweiß. Rund 65 % der gesamten Selenaufnahme stammt aus tierischem Eiweiss, wobei besonders Meeresfisch, Eier, Hühner- und Schweinefleisch zu den selenhaltigen Nahrungsmitteln zählen (MAYER, 1998). Bei den pflanzlichen Lebensmitteln stammt das Selen hauptsächlich aus Getreide, aber auch Sojabohnen, Sesam, Sonnenblumenkerne, Nüsse, Spargel und Knoblauch sind selenreicher als die übrigen Gemüse- und Obstarten. Allerdings hängt deren Selengehalt stark vom Selengehalt des Bodens ab, welcher in den USA und Kanada rund das Zehnfache jenes von Europa beträgt. Der Selengehalt europäischer Böden bewegt sich zwischen 0,194 mg/kg Boden in Schleswig-Holstein und 0,074 mg/kg Boden in Bayern. Ähnliche Angaben gibt es auch über die österreichischen Verhältnisse, wobei die Werte bei rund 0,2 mg/kg Boden liegen (AICHBERGER u. HOFER, 1989; BZI, 1994). Optimal wird ein Bereich zwischen 0,6 und 4 mg/kg Boden angesehen. Deshalb liegt auch der Selengehalt von nordamerikanischem Getreide weit über jenem aus Europa, wobei es auch hier noch regionale Unterschiede gibt. Weizen aus Nordamerika kann Selen im Bereich von einigen mg/kg enthalten, 10 bis 20 mal mehr als in mitteleuropäischen Weizenkörnern vorkommt. Somit reicht der Selengehalt von europäischem Getreide nicht aus, um den täglichen Selenbedarf zu decken. Über eine spezielle Düngung könnte man allerdings den Selengehalt der Getreidekörner erhöhen, wie das in Finnland schon durchgeführt wurde. Untersuchungen von HORAK und LIEGENFELD (1996) erbrachten Selengehalte in österreichischen Getreidekörnern zwischen 1 und 64 µg/kg. Von HÖSCH (2002) liegen Ergebnisse über die Wirkung einer Selendüngung auf die Getreidekörner vor. So konnte nachgewiesen werden, dass sowohl im Gefäß- als auch im Feldversuch durch eine Selendüngung der Gehalt in den Körnern angehoben wird.

Material und Methoden

Feldversuche

Ausgehend von Untersuchungen des Selengehaltes verschiedener Dinkelsorten aus einem Feldversuch, der 1999/2000 sowohl am Hauptversuchsfeld Gumpenstein als auch an der Außenstelle Kobenz durchgeführt worden war, wurde im Herbst 2000 ein Feldversuch speziell zum Thema Selendüngung in Gumpenstein angelegt. Während bei den beiden Feldversuchen des Jahres 1999/2000 ein Vergleich verschiedener Dinkelsorten im Vordergrund stand, wurden für den Feldversuch 2000/2001 nur drei Dinkelsorten und eine Weichweizensorte ausgewählt. Um den Jahreseinfluss weitgehend auszuschalten, wurde im darauffolgenden Jahr der gleiche Versuch noch einmal durchgeführt. Angelegt waren die Versuche als Blockanlagen in vierfacher Wiederholung.

Standort

Die Charakterisierung des Standortes Gumpenstein erfolgt durch nachstehende Parameter: die Seehöhe beträgt 710 m, die durchschnittliche Jahrestemperatur 7,6°C, der jährliche Niederschlag 1010 mm. Die geschlossene Schneedecke kann über 100 Tage andauern, was aber in den letzten Wintern nicht erreicht wurde. Vom Bodentyp handelt es sich um eine Lockersediment-Braunerde mit einem pH-Wert von 5,8 und 3,9 % Humus. Die Bodenart wird mit 30 % Sand, 63 % Schluff und 7 % Ton angegeben; der Boden ist daher durchlässig und leicht zu bearbeiten.

Düngung

Zur Nährstoffversorgung wurden in den Jahren 2001 und 2002 folgende Dünger verwendet: Für den Versuch 2000/2001 wurden die Hauptnährstoffe in Form eines Mehrnährstoffdüngers gegeben, und zwar in der Zusammensetzung 20:8:8:3; zusätzlich noch die Variante mit und ohne Selen. Das ergab bei 375 kg/ha: 75 kg/ha Stickstoff, 30 kg/ha P2O5, 30 kg/ha K2O und 11 kg/ha MgO. Als Ergänzung wurden noch Superphosphat und Kalisalz 40% gegeben. Dazu kam noch eine Kopfdüngung mit Selen bei einem Drittel der Parzellen. Beim Versuch des Jahres 2001/2002 wurde im Herbst zum Anbau eine Grunddüngung mit Superphosphat und Kalisalz 40% ausgebracht, im Frühjahr erfolgte eine Stickstoffdüngung mit Nitramoncal in derselben Höhe wie im Vorjahr. Im Jahr 2001 wurde das Selen als Natriumselenat ausgebracht; die erste Gabe mit dem Mehrnährstoffdünger, die zweite Gabe (nur in der Selenstufe 2) in Form einer Blattdüngung. Im Jahr 2002 wurde das Selen nur durch eine Blattdüngung vorgenommen.

Die Selenstufen waren folgende: Se0: ohne Selen
Se1: mit 6 g/Se/ha
Se2: mit 12 g/Se/ha

Sorten

Bei der Auswahl der Sorten wurde versucht, in der Praxis weit verbreitete Sorten zu verwenden. Dazu zählen sicher die in beiden Jahren angebauten Dinkelsorten Ostro und Schwabenkorn, wobei erstgenannte eine Schweizer und letztgenannte eine Sorte aus dem süddeutschen Raum ist. Die jeweils dritte Dinkelsorte war im Versuch 2000/2001 Ebners Rotkorn, eine österreichische Auslese; hingegen ist die Sorte ÖKO 10, die als dritte im Versuchsjahr 2001/2002 angebaut wurde, eine ungarische Züchtung. Bei der Vergleichssorte von Weichweizen wurde in beiden Jahren die Sorte Capo verwendet, ein Qualitätsweizen, der durchaus auch in Feucht- und Übergangslagen gute Erträge bringt.

Übrige Versuchsvoraussetzungen

Als Vorfrucht standen in beiden Versuchsjahren Kartoffeln auf dem Feld.

Die Saatstärke betrug 350 Korn/m², was beim Dinkel rund 240 kg/ha entspricht. Allerdings wurden die aktuelle Keimfähigkeit und das Tausendkorngewicht bei der Berechnung berücksichtigt.

Zur Unkrautbekämpfung wurde ein Hackstriegel im zeitigen Frühjahr eingesetzt.

Die Aussaat erfolgte im Herbst 2000 am 23. Oktober, also relativ spät für eine Anlage im inneralpinen Gebiet. Trotzdem konnte der Aufgang der Pflanzen noch im späten Herbst beobachtet werden, wobei diese im 1-2-Blattstadium in den Winter gingen.
Im Jahr darauf konnte der Versuch schon am Mitte Oktober, genau am 15.10. gesät werden. Auch in jenem Herbst konnte noch der Aufgang der Pflanzen rund 3 Wochen später beobachtet werden.
Die Ernte wurde jeweils Mitte August durchgeführt, im Jahr 2001 am 13.8. bei guten Bedingungen und im Jahr 2002 am 16.8. , am erstmöglichen Tag nach vorangegangenen sintflutartigen Regenfällen.

Chemische Analyse

Das feinvermahlene (<1,0 mm) und homogenisierte Material wurde in Quarzglas-Langhalskolben mit $HNO_3/HClO_4$mineralisiert, mit HCl zu Se IV reduziert und mittels Hydridtechnik (VGA 77 Fa. Varian) analysiert.

Probenahme

Im ersten Versuchsjahr wurden zunächst Fahnenblätter Anfang Juli entnommen, zur Ernte wurden Proben sowohl vom Korn als auch vom Stroh entnommen. Im Jahr darauf wurden nur mehr zur Ernte Proben von Korn, Stroh und auch von den Spelzen zur Analyse gebracht.

Ergebnisse

Zu den wichtigsten Ergebnissen zählt bei Getreide zweifelsohne der Kornertrag. Nachdem beim Dinkel durch den Drusch die bespelzten Körner geerntet werden, handelt es sich hierbei um den Kornertrag. Ein weiterer Arbeitsgang, das sogenannte Entvesen, das mit speziellen Maschinen erfolgt, führt erst zum eigentlichen nackten Korn. Dessen Ertrag wird beim Dinkel „Kernertrag“ genannt und ist dann mit dem Kornertrag von Weichweizen vergleichbar.
Bei der Betrachtung der Erträge fällt sofort das wesentlich höhere Ertragsniveau des Jahres 2001 im Vergleich zum Jahr 2002 auf. Das ist sowohl bei den Dinkel- als auch bei den Weichweizenerträgen zu erkennen. Für die geringeren Erträge im zweiten Versuchsjahr waren die doch außergewöhnlichen Witterungsverhältnisse verantwortlich: sehr hohe Temperaturen im Frühjahr und ungewöhnlich starke Regenfälle im Sommer, sodass die Verteilung der Niederschläge für die Kornbildung nicht als günstig zu bezeichnen ist.

Erträge

Die Korn- und Kernerträge aus dem Jahr 2001 sind in *Abbildung 1* dargestellt, wobei sich die unterschiedlichen Bezeichnungen auf den Dinkel beziehen.

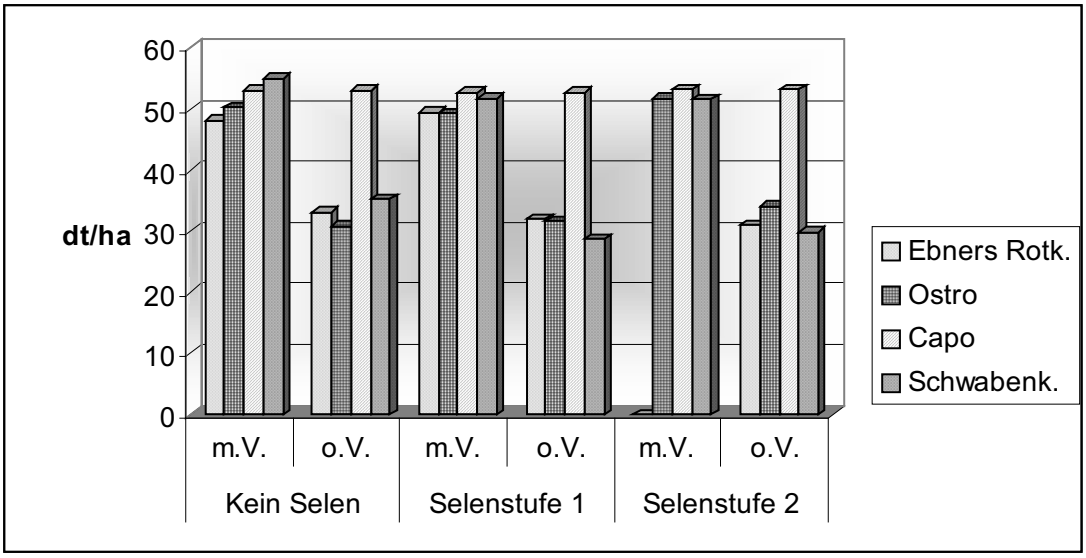

Abbildung 1: Vergleich der Korn- und Kernerträge der Dinkelsorten im Jahr 2001

Die Erträge in den einzelnen Selenstufen sind einander ziemlich ähnlich; allerdings war von der Selendüngung keinerlei Einfluss auf den Kornertrag zu erwarten. Innerhalb der Dinkelsorten weist jede Variante ein anderes Ranking auf.
Interessant in diesem Zusammenhang ist der Ertrag der Weichweizensorte Capo, der genau dem Kornertrag der Dinkelsorten entspricht. Wird dieser um den Spelzenanteil reduziert, erhält man den Kernertrag. Je nach Sorte, Wassergehalt und somit Reifezustand der Körner fallen rund 30 – 40 % des ursprünglichen Ertrages als Spelzen an. Der Spelzenanteil ist auch sehr unterschiedlich; die Spannbreite reicht von 31,9 % bei der Selenstufe 0 bei der Sorte Ebners Rotkorn bis zu 41,7 % bei der Selenstufe 1 bei der Sorte Schwabenkorn.
In *Abbildung 2* sind die Erträge aus dem Jahr 2002 angeführt. Dabei fällt auf, dass kein einziger Wert nur in die Nähe der Erträge aus dem Vorjahr herankommt. Nicht einmal die Kornerträge vom Dinkel aus dem Jahr 2002 reichen auch nur annähernd an die Kernerträge von 2001 heran. In diesem Jahr liegt die Sorte Capo noch mehr als 500 kg/ha über den Kornerträgen der Dinkelsorten. Betrachtet man die entspelzten Körner, ist der absolut höchste Wert bei der Sorte Schwabenkorn in der Selenstufe 2 mit fast 24 dt/ha zu finden. Der Spelzenanteil erreicht bei keiner Variante 30 %.

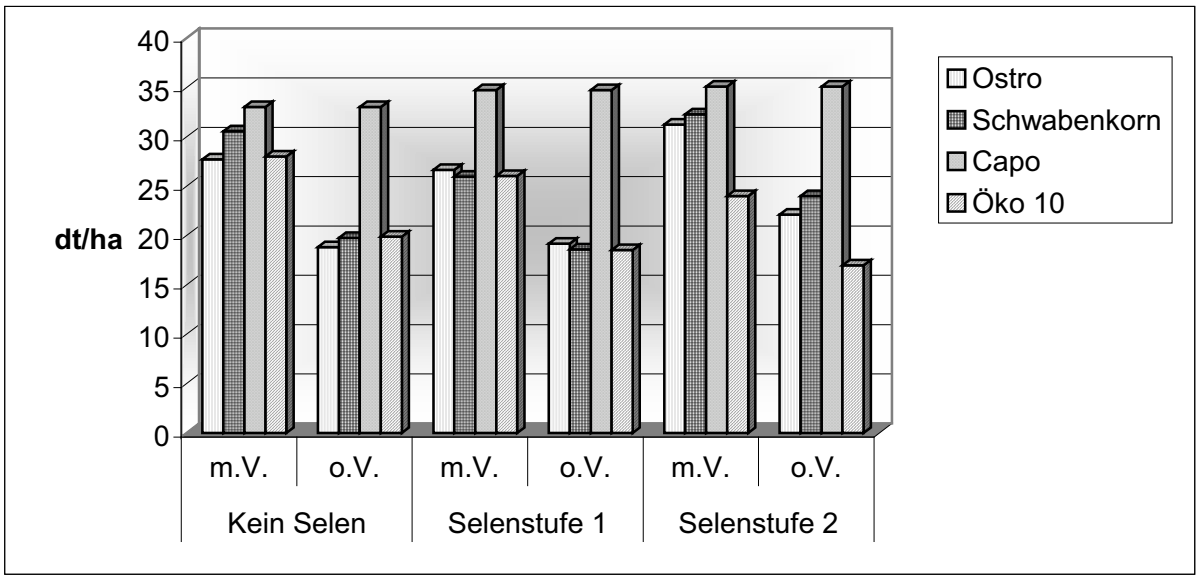

Abbildung 2: Korn- und Kernerträge der Dinkelsorten im Jahr 2002

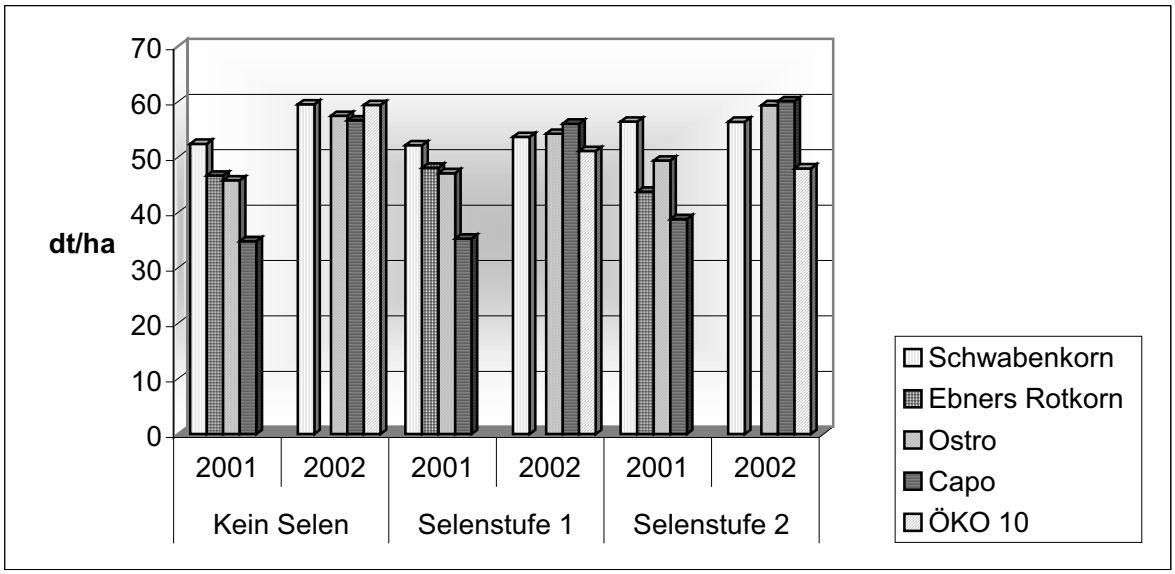

Abbildung 3: Stroherträge der Dinkelsorten im Jahre 2001 und 2002

In *Abbildung 3* wird der Strohertrag mit 86 % TS der einzelnen Sorten aus beiden Versuchsjahren dargestellt. Im Jahr 2001 weist die Weichweizensorte einen deutlich niedrigeren Strohertrag hat als die langstrohigen Dinkelsorten. Die Sorte Schwabenkorn hat den höchsten Strohertrag in allen drei Selenstufen; dieser beträgt über 50 dt/ha. Bei den anderen beiden Dinkelsorten wird keine klare Reihung innerhalb der Selenstufen deutlich.
Im Jahr 2002 sind die Stroherträge höher, allerdings auch die vom Weichweizen. In den Selenstufen 1 und 2 sind die Stroherträge der Sorte Capo die absolut höchsten, während in der Selenstufe 0 bei der gleichen Sorte der Strohertrag am geringsten ist.
Ein Einfluss der Selendüngung auf den Strohertrag ist genau so wenig zu erwarten wie beim Korn; allerdings sind Sortenunterschiede zu erkennen.

Selengehalte

Was den Selengehalt der einzelnen Pflanzenteile betrifft, darüber gibt das Folgende Auskunft.

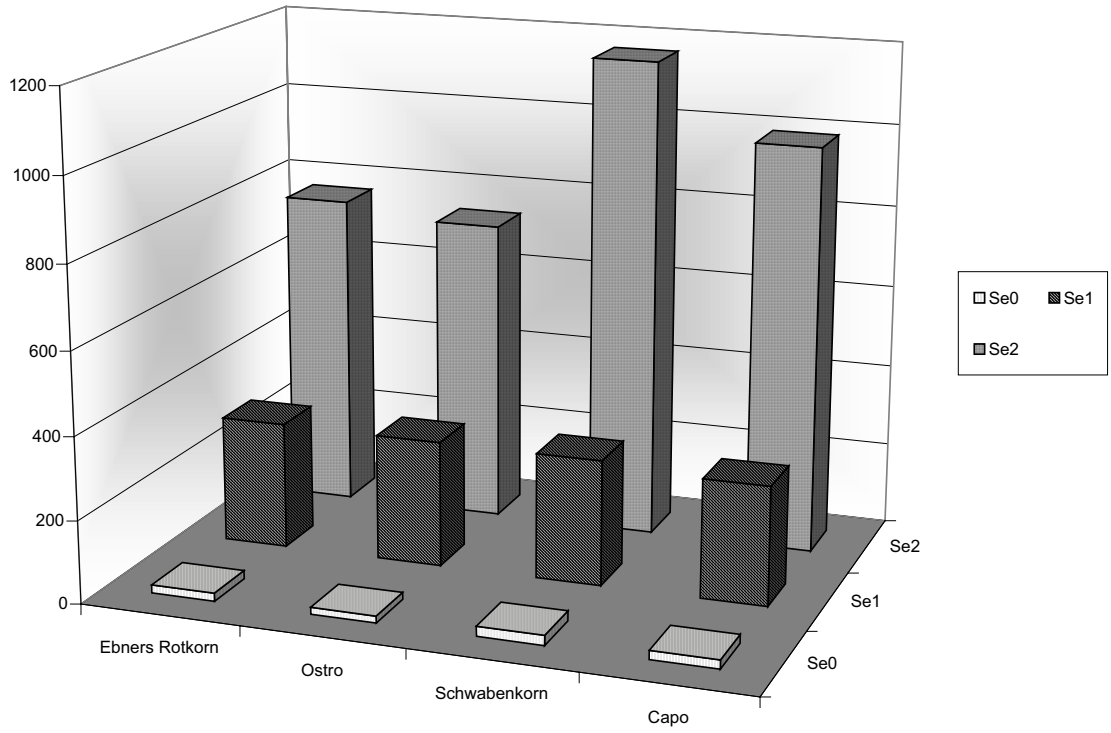

Abbildung 4 : Selengehalt der Fahnenblätter

Daraus geht hervor, dass der Unterschied zwischen der Nullstufe und der Zufuhr von 6 g/ha Selen über den Boden wesentlich geringer ausfällt als zwischen der Selenstufe 1 und 2, bei der die restlichen 6 g/ha Selen per Blattdüngung erfolgten. Die Unterschiede sind sowohl bei Fahnenblättern als auch bei Körnern höchstsignifikant. Ein Sortenunterschied konnte nur zwischen Capo und den drei Dinkelsorten festgestellt werden.
Bei den Körnern sind die Unterschiede bei weitem nicht so groß, das zeigt *Abbildung 5*. Als eindeutiges Ergebnis kann gesagt werden, dass bei der Sorte Capo der Selengehalt in allen drei Selenstufen unter jenen der Dinkelsorten liegt. Der Tendenz nach dürfte die Applikation über das Blatt hinsichtlich der Gehaltsanhebung effektiver sein als die Zufuhr über den Boden.
Die Selenentzüge der Varianten, wozu Korn und Stroh gerechnet werden, bewegen sich im Durchschnitt zwischen 103 (Se0), 562 (Se1) und 1098 (Se2) mg/ha im Jahr 2001. In den beiden mit Selen gedüngten Varianten entfällt der überwiegende Teil des Selenentzuges auf die Körner.

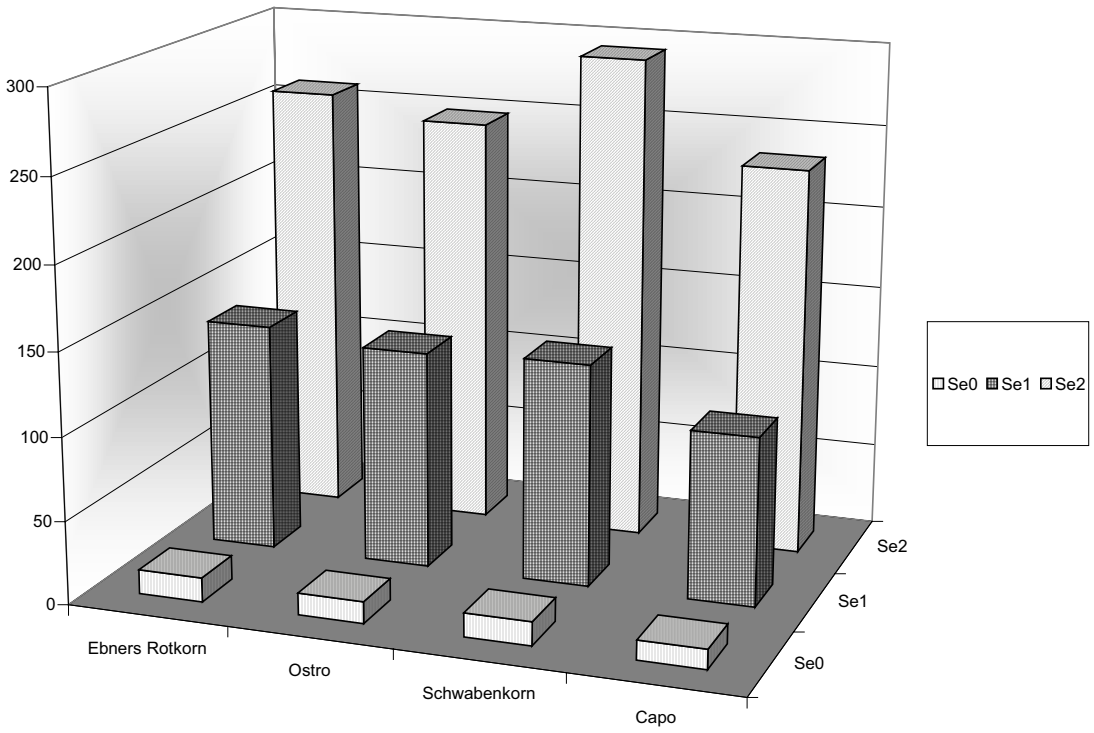

Abbildung 5: Selengehalt der Körner

In *Tabelle 1* wird die Ausnutzung des applizierten Selen in Prozent aus dem Jahr 2001 dargestellt. Bei dem durchwegs sehr geringen Ausnutzungsgrad fällt die bessere Ausnutzung der Weichweizensorte Capo auf.

Tabelle 1: Ausnutzung des applizierten Selen

Ausnutzung Se (% des applizierten)

	Sorte	Korn	Spross
Se1	Ebners Rotkorn	5,63	7,35
	Ostro	5,32	7,22
	Schwabenkorn	5,02	7,06
	Capo	6,77	8,95
Se2	Ebners Rotkorn	5,41	6,51
	Ostro	5,85	7,88
	Schwabenkorn	5,90	8,55
	Capo	8,48	10,24

Schlussfolgerung für die Praxis

Nachdem der natürliche Selengehalt von Getreide, das in Österreich, aber auch im übrigen Europa erzeugt wird, sehr niedrig ist, wurde in verschiedenen Projekten eine Anhebung des Selengehaltes durch eine Selendüngung versucht. Selen ist ein essentielles Spurenelement, das dem menschlichen Körper in einer Menge von etwa 50 – 100 µg täglich zugeführt werden muss. Die durchschnittliche Selenzufuhr beträgt in Deutschland rund 40 – 60 µg und liegt somit an der Grenze zu einer Mangelversorgung. Selengehalte von in Nordamerika erzeugtem Weizen kann 10 bis 20 mal höher sein als von europäischem Weizen. Sofern der Selengehalt von Dinkel wesentlich über jenem von Weichweizen läge, könnten sich für den Dinkel neue Möglichkeiten ergeben.

Bei dem oben beschriebenen Projekt konnten die in Vorversuchen festgestellten Sortenunterschiede im Selengehalt zwischen den Dinkelsorten bei gezielter Selenapplikation nicht mehr bestätigt werden.

Allerdings kann schon mit kleinen Mengen Selen (6 bis 12 g/ha) in Form von Natriumselenat der Selengehalt der Körner problemlos in den ernährungsphysiologisch wünschenswerten Bereich angehoben werden.
Der Ausnutzungsgrad von Selen ist eher bescheiden; zum Zeitpunkt der Ernte enthalten Körner und Stroh zusammen nur rund 7 % des ausgebrachten Selens.

Literatur

AICHBERGER, K. und G. F. HOFER (1989): Arsen-, Quecksilber- und Selengehalte landwirtschaftlich genutzter Böden Oberösterreichs. Die Bodenkultur, 40, 1-11.
BZI, 1994: Niederösterreichische Bodenzustandsinventur, Amt der NÖ Landesregierung, Wien.
CLAMOT, G. (1984): Genetic Variability of the Protein and Lysine Content of Spelt (*Triticum spelta*). Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 93, 106-114.
HÖSCH, J., (2002): Einfluss der Düngung auf die Selenaufnahme von Getreide. Bericht zur ALVA-Jahrestagung 2002 in Klosterneuburg, 381-384.
HORAK, O. und R. LIEGENFELD (1996): Untersuchungen zum Selentransfer Boden-Getreide. VDLUFA – Schriftenreihe, 44, 687-690, Kongressband, 1996.
HÖSEL, W. (1989): Anbauumfang, Verwertung, Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit des Dinkelanbaues in Süddeutschland. Bayer. landw. Jahrbuch, 60, 501-507.
JACQUOT, R.; ADRIAN, J. und A. RERAT (1960): Eine vergessene Getreideart: Der Spelz (Dinkel). Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 274-288.
JOHNSSON, L. (1991): Trends and annual fluctuations in selenium concentrations in wheat grain. Plant and Soil, 138, 67-73.
MAYER, I. M. (1998): Selen und seine Bedeutung für die menschliche Ernährung. Verbraucherdienst, 11, 632-636.
MOUDRY, J. und V. DVORACEK (1999): Chemical composition of grain of different spelt (Triticum spelta L.) varieties. Rostlinna Vyroba, 45 (12), 533-538.
MÜLLER-WETTLAUFER, G.; SCHWEIZER, Th. und W. HAUBOLD (1989): Zum Selengehalt des untersuchten Getreides. Tagungsband zum 1. Dinkelkolloquium, abgehalten an der Universität Hohenheim am 29.7.1988, herausgegeben von der Dinkelackerstiftung, 1. Band, 371-377.
RÖMPP (1990): Chemie-Lexikon, herausgegeben vom Thieme Verlag, 9. Auflage, 5. Band, 4105
SEIBEL, W. (1989): Einsatzmöglichkeiten von Dinkelweizenmahlerzeugnissen bei der Herstellung von Kleingebäck, Brot und Teigwaren. Tagungsband zum 1. Dinkelkolloquium, abgehalten an der Universität Hohenheim am 29.7.1988, herausgegeben von der Dinkelackerstiftung, 1. Band, 95-109.
WINZELER, H. und A. RÜEGGER (1991): Dinkel: Renaissance einer alten Getreideart. Landwirtschaft Schweiz, Band 3 (9), 503-511.
ZELLER, O. (1987): Dinkel oder Spelz, das ehemalige Schwabenkorn. Demeter-Blätter, 42, 3-6.
ZÜLLIG, M. (1984): Vergleich von ausgewählten Inhaltsstoffen zwischen Dinkel und Weizen. Untersuchungsbericht des Forschungsinstitutes f. biologischen Landbau, Bernhardsberg.