Bodenreaktion und Kalkung im Kartoffelbau

Von besonderem Stellenwert bei der Düngung von Kartoffeln ist das „Maßhalten" im Stickstoffangebot. Überzogene N-Zufuhr kann zu unerwünscht hohen Nitratgehalten, zunehmender Roh- und Gekochtverfärbung, vermehrter Fäulnisanfälligkeit und zu verfrühter Keimfähigkeit führen. Auch werden die Widerstandsfähigkeit gegen Beschädigungen und Krankheiten sowie die Lagereignung vermindert. Dagegen ist ein reiches K-Angebot grundsätzlich positiv zu bewerten.

Dr. Manfred Kerschberger (ehemals Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena) und Toni Preusker, Weimar

Gerade unter relativ trockneren Wachstumsbedingungen wie in Ostdeutschland kann der vom K-Gehalt des Bodens ausgehende Wasserhalteeffekt Ertragsvorteile bewirken (bis zu 14 Tagen spätere Abreife). Optimale K-Gehalte in der Knolle bewirken eine elastische, gegen Stoß und Druck widerstandsfähige Knolle, erhöhte Lagerfähigkeit sowie Reduzierung der Schwarzfleckigkeit und insbesondere einen gesicherten Einfluss auf die Verminderung des Stärkegehaltes, was in sogenannten „Stärkejahren" für den Speisekartoffelanbau bedeutsam ist.

Auch die Kalkversorgung des Bodens hat einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die innere Qualität der Knollen (NITSCH, A. u. a.; 2001). So wird die Stippigkeit der Knolle (braunes, nekrotisches Gewebe) vorwiegend mit auf Ca-Mangel zurückgeführt. Auch die nicht viröse Form der Eisenfleckigkeit soll auf Ca-Mangel beruhen. Bei optimaler Kalkdüngung wurde die Farbstabilität des Knollenfleisches leicht verbessert, die Rohverfärbung gemindert und die Schwarzfärbung verringert.

Kalkdünger auf dem Acker ausgebracht.

Neben Bodenversauerung weitere Ursachen für Wachstumsverluste

Die regelmäßige Ausbringung von Kalk zur Regulierung der Bodenreaktion ist im Pflanzenbau seit Langem üblich. Eine Kalkung wirkt der natürlichen Bodenversauerung entgegen und dient somit der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Eine ausreichende Kalkung bewirkt eine Erhöhung der Aggregatstabilität der Mineralböden, beeinflusst die Löslichkeit von Pflanzennährstoffen positiv und fördert ein aktives Bodenleben.

Bei dem Thema Kalkung zu Kartoffeln gibt es bei Kartoffelanbauern nicht immer Zustimmung. Dabei wird einerseits die Wirkung der Kalkung, insbesondere bezüglich verbesserter Bodenstruktur – Erhöhung der Siebfähigkeit – verminderte Glutenbildung u. a. m., hoch geschätzt. Andererseits gibt es oft noch Skepsis wegen einer möglichen Verursachung von Kartoffelschorf. Nachdem sich NITSCH (2001) in umfangreichen mehrjährigen Feldversuchen auf norddeutschen, sandigen Böden intensiv mit diesem Thema beschäftigt hat, kommt er zu dem Schluss, dass es keinen Zusammenhang zwischen Kalkung und Schorfbefall gibt. Selbst provozierte Kalkgaben direkt an die Pflanzkartoffel beim Legen waren nicht schorferregend. Die Ursache für die früher verbreitete und heute noch oft vertretene Ansicht einer Verursachung von Kartoffelschorf durch Kalkung lässt sich vielleicht so erklären, dass die schorfverursachenden Strahlenpilze bei neutraler/alkalischer Bodenreaktion eher bessere Entwicklungsbedingungen vorfinden als in sauren Böden. Vermutlich hat man so aus der hohen alkalischen Wirkung der Kalkung den möglichen Schorfbefall der Knollen abgeleitet. Die Ursachen dafür sind demnach andere Faktoren und nicht die Kalkdüngung.

Bodenversauerung führt zu einem Komplex von Pflanzenschäden, die sich aus verschiedenen Einzelwirkungen zusammensetzten. Zur Charakterisierung des Säuregrades des Bodens dient be-

kanntlich der pH-Wert (Wasserstoffionenkonzentration der Bodenlösung).

Seit Langem ist bekannt, dass die meisten Kulturpflanzen bei pH-Werten etwa unterhalb von 4,5, also auf sehr sauren Mineralböden, kaum noch wachsen. Dagegen gedeihen diese Pflanzen z. B. auf Hochmoorböden selbst bei noch niedrigeren pH-Werten um 3,0 bis 3,5 noch recht gut. Das deutet darauf hin, dass eine solch hohe Wasserstoffionenkonzentration im Boden das Wachstum der Pflanzen zunächst noch nicht bzw. nur wenig behindert.

Das mäßige Wachstum auf sauren Mineralböden hat demzufolge andere Ursachen. Das Bestandesbild ist immer mit verschiedenartigen Verfärbungen der Pflanzen gekoppelt, die meist auf Änderungen des Bindungszustandes der Nährelemente und auf Giftstoffen beruhen. Hierbei spielt das Aluminium eine wesentliche Rolle. Das in Mineralböden reichlich vorhandene Aluminiumhydroxid setzt bei saurer Bodenreaktion zunehmend Aluminium-Ionen frei, welche die Pflanzenwurzeln ab einem pH-Bereich von etwa unterhalb 4,5 regelrecht überschwemmen und toxisch wirken. Gleichermaßen werden auch verstärkt Mangan-Ionen in sauren Böden gelöst. Obwohl dieser Mineralstoff als Nährelement gilt und dabei auch in der richtigen pflanzenaufnehmenden Form vorliegt, kommt es infolge des Überangebotes, d. h. der hohen Mangan-Konzentration in der Bodenlösung, zu Pflanzenschäden durch Braunsteinablagerungen auf Blattadern, Blattstielen und Wurzeln. Auch steigende Verfügbarkeit von Eisen und noch anderen Mineralstoffen (Schwermetalle) kann zu hohen Konzentrationen in der Bodenlösung führen und toxisch auf die Pflanzenwurzel wirken. Durch zugleich stark gehemmte Aufnahme essenzieller Nährstoffe wie Phosphor, Magnesium und Kalium wird das Schadbild noch erheblich verstärkt.

Nach der Ernte ist die Ausbringung von Kalk besonders vorteilhaft. *Fotos: agrarpress*

Die bisherigen Betrachtungen zu den sogenannten „Säureschäden" sollten die Hauptursachen von Wachstumsminderungen und damit verbundener Ertrags- und Qualitätseinbußen landwirtschaftlicher Kulturen auf sauren Mineralböden herausstellen. Obwohl die aufgezeigten Zusammenhänge zwischen Bodenreaktion und Pflanzenwachstum für alle Kulturpflanzen gelten, kommt es dennoch zu unterschiedlichem Ertragsverhalten. So sind z. B. Gerste und Rüben für ein besonders sensibles Verhalten gegenüber der Bodenreaktion bekannt. Dagegen sind z. B. Hafer und Roggen in einem breiten pH-Bereich ertragsintensiv.

Bodenansprüche der Kartoffel

Auch die Kartoffel gilt allgemein als weniger anspruchsvoll an die Bodenreaktion. In der klassischen Lehrbuchmeinung sowie auch in aktuellen Veröffentlichungen wird davon ausgegangen, dass die Kartoffel in einem breiten pH-Bereich des Bodens optimal wachsen kann und so die Bodenreaktion offenbar kaum eine entscheidende Rolle spielt. Im pH-Bereich des Bodens von etwa 4,5 bis 7,5 wären immer Höchsterträge möglich, wenn alle anderen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen optimal gestaltet würden. In seinem aktuellen Kartoffelbuch geht NIETSCH, A. (2003) davon aus, dass die Kartoffel im pH-Bereich des Bodens von 4,5 bis 7,0 ohne Schwierigkeit gedeiht. Dennoch fordert der Autor (2010), dass der optimale pH-Bereich auch im Kartoffelbau schon allein aus Gründen einer optimalen Bodenstruktur anzustreben ist. Dabei weist er zugleich darauf hin, dass überhaupt der Kalkversorgung der Böden viel zu wenig Aufmerksamkeit zukommt. Nach bundesweiten Erhebungen wären rund 50 % der gesamten LN nicht im Optimum.

Tabelle: Mittlere Relativerträge von Kartoffeln in Abhängigkeit von der Bodenreaktion in Dauerfeldversuchen Ostdeutschlands (neue Bundesländer) in den Jahren 1965 bis 1990)

	pH-Klasse[2)]				
	A		B		
Bodenarten-gruppen	mittl. Relativ-Ertrag	mittl. pH-Wert	mittl. Relativ-Ertrag	mittl. pH-Wert	Anzahl Versuchsorte[3)]
1 Sand	84	4,3	90	5,1	8
2 schwach lehm. Sand	85	4,5	88	5,1	8
3 stark lehm. Sand	88	4,7	92	5,5	11
4 u. 5 Lehm bis Ton	89	4,7	95	5,6	7

Ertrag in pH-Klasse C bis E gleich 100 % gesetzt
pH-Klasse/Kalkversorgung: A = sehr niedrig; B = niedrig; C = anzustreben, optimal; D = hoch; E = sehr hoch
mit insgesamt rund 50 Versuchs-/Erntejahren

Die Eigenschaft der Kartoffelpflanze, in einem breiten pH-Bereich des Bodens weitgehend optimales Wachstum zu erreichen, lässt sich auf ihre pflanzenphysiologischen Eigenschaften zurückführen. Diese Pflanze ist von Natur aus genetisch so programmiert, dass sie unter den spezifischen Bedingungen saurer bzw. alkalischer Bodenreaktion zunächst kaum nachteilig beeinflusst wird.

Dem VDLUFA obliegt seit jeher die Einführung und Anwendung einheitlicher Untersuchungsmethoden und Beurteilungsgrundsätze. Es war deshalb auch besonderes Anliegen des VDLUFA, die allgemein in den Bundesländern vorliegenden Richtwerte zur optimalen Bodenreaktion zu hinterfragen und aus der Analyse einen Rahmen für bundesweit anzuwendende pH-Bereiche abzuleiten.

Das erfolgte mit der Veröffentlichung des VDLUFA-Standpunktes „Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden" (Darmstadt, September 2000). Diese so vorgegebenen Richtwerte sind ein allgemein gültiger Rahmen für die Pflanzenproduktion, ohne dabei den Anspruch zu haben, den spezifischen Belangen jeder einzelnen Kultur unter allen Wachstumsbedingungen treffsicher nachkommen zu können.

Das ehemalige Institut für Pflanzenernährung JENA/ZWÄTZEN hat sich in früheren Jahren intensiv mit Fragen der Kalkdüngung auf Acker- und Grünlandstandorten in Ostdeutschland befasst. Im Zeitraum von 1965 bis 1990 wurden vorwiegend auf sauren Böden rund 50 Dauerversuche mit insgesamt 220 Versuchsjahren zu verschiedenen Kulturen durchgeführt. Auf 34 Standorten wurden auch Kartoffeln angebaut. Diese umfangreichen Versuchsergebnisse sollten nunmehr auf der Grundlage der aktualisierten Richtwerte zur Bodenreaktion u. a. für Kartoffeln anhand der ermittelten Erträge in den Versuchen kulturartenspezifisch bewertet und nach den 5 pH-Klassen (siehe Tabelle) und Bodenartengruppen klassifiziert werden.

Infolge der Versuchsanlage auf sauren Böden und der dabei verabfolgten gestaffelten Kalkgaben wurde in fast allen Versuchen eine breite pH-Spanne der Bodenreaktion oft von pH-Klasse A bis D, mitunter auch pH-Klasse E, erreicht. Hierdurch war es möglich, jährlich den Einfluss stark unterschiedlicher Bodenreaktion auf das Pflanzenwachstum festzustellen. Es zeigte sich, dass unter den Bedingungen der pH- Klasse C fast immer der höchste Ertrag im Versuch vorlag. In den pH-Klassen D und E gab es keine weiteren Ertragssteigerungen. Dagegen kam es im unterhalb der pH-Klasse C liegenden pH-Bereich zu mehr oder weniger deutlichen Ertragsminderungen. Diese Ertragsverluste wurden unter Einbeziehung statistischer Methoden ausgewertet und entsprechend klassifiziert. So konnten verallgemeinerbare Aussagen für die Düngungspraxis abgeleitet werden (Tabelle).

Bodenversauerung verursacht Ertragsminderung

Während in pH-Klasse B die Ertragsverluste im Mittel der Bodengruppen noch bei rund 10 % liegen, steigen sie in pH-Klasse A bis auf 16 % an. Dabei sollten die etwas höheren Ertragsausfälle auf den leichten Böden auf deren noch niedrigere pH-Werte im Vergleich zu den besseren Böden zurückzuführen sein. Noch eindeutiger zeigen Versuchsergebnisse von Einzeljahren den negativen Einfluss saurer Bodenreaktion auf den Kartoffelertrag. Die Ertragsverluste betragen hier unter den Bedingungen der pH-Klasse A bis zu 30 % vom Optimalertrag. Solche Versuchsjahre belegen dann schließlich auch die „Empfindlichkeit" der Kartoffeln gegenüber sehr saurer Bodenreaktion (pH-Bereich unterhalb 4,5), wo kalkanspruchsvolle Kulturen ohnehin kaum noch Wachstum zeigen.

Als Entscheidungshilfe bei der Einordnung der Kalkung ins Betriebsgeschehen lässt sich die Dringlichkeit der Kalkdüngung auf der Grundlage der mit der agrochemischen Bodenuntersuchung ermittelten pH-Klassen wie folgt vorgeben:

Flächenauswahlschema zur Kalkdüngung[1)]

- Vordringlich Kalken (30/60/90)
  Betrifft alle Flächen der pH-Klasse A. Die stark sauren Bodenbedingungen beeinträchtigen Bodenstruktur, Nährstoffverfügbarkeit und Bodengesundheit. Das Pflanzenwachstum wird erheblich geschwächt. Die erforderliche Gesundungskalkung hat vorrangig vor allen anderen Düngungsmaßnahmen zu erfolgen und ist auch zunächst unabhängig von der Folge der Kulturen.
- Dringend Kalken (15/30/60)
  Betrifft alle Flächen der pH-Klasse B. Die erforderliche Aufkalkung erfolgt vorrangig zu „kalkanspruchsvollen" Kulturen wie Gerste, Raps, Rüben, Mais, Luzerne, Rotklee, Feldgras, Grünland und auch Kartoffeln wegen ihres hohen Anspruches an die Bodenstruktur.
- Erhaltungskalken (8/14/20)
  Betrifft alle Flächen mit pH-Klasse C. Die vorliegende, anzustrebende optimale Bodenreaktion wird durch regelmäßige Erhaltungskalkung gesichert. „Kalkanspruchsvolle" Kulturen sollten dabei vorrangig einbezogen werden.
- Keine Kalkung erforderlich (Kalkung wird aus Erfahrungswerten mitunter durchgeführt)
  Betrifft alle Flächen mit pH-Klasse D und E.

[1] *Orientierungswerte für Kalkdüngermengen auf leichten/mittleren/schweren Böden in dt CaO/ha (nach VDLUFA-Standpunkt 2000)*

Wann eine Kalkung durchführen?

Die Kalkung ist unter Beachtung der Vorgaben der Düngerverordnung das ganze Jahr über möglich. Besonders vorteilhaft ist die Ausbringung nach der Ernte von Kulturen, die eine weitgehend tragbare Bodenoberfläche hinterlassen. So werden Pflanzenschäden vermieden, der Boden weniger verdichtet, Rollwiderstand und Zugkraftbedarf verringert und auch die Flächenleistung erhöht. Von Vorteil für die Kalkwirkung ist eine zunächst flache Einarbeitung im Krumenbereich. Mit einem sofortigen tiefen Einpflügen wird der Kalk gewissermaßen „vergraben" und so die Neutralisationswirkung im Oberboden vermindert. Kalkung kann auch als Vorsaat- und Kopfkalkung (nur auf trockene Pflanzen) erfolgen, auch Dammkalkung ist in der Praxis ein bewährtes Vorgehen. Ein wichtiges Auswahlkriterium für den geeigneten Kalktyp besteht darin, ob mit dem Kalk auch gleichzeitig andere Nährelemente zugeführt werden sollen. So ist es seit Langem ein bewährtes Vorgehen, bei vorliegendem Mg-Bedarf des Bodens Mg-haltige Kalke einzusetzen. Auf diese Weise verbilligen sich die im Kalkdünger enthaltenen CaO-Anteile um den Betrag für eine gesonderte Mg-Düngung. Das gilt auch für Kalke mit Gehalten an anderen Nährelementen. Das Angebot an Kalkdüngertypen ist reichhaltig und überlässt so dem Berater und dem Landwirt viele Auswahlmöglichkeiten. Mit Einschränkung gilt als Grundregel: auf leichteren Böden sind vorranging kohlensaure Kalke und auf schwereren Böden vorrangig Branntkalke einzusetzen. Praktische Erfahrungen belegen, dass man von dieser allgemein gültigen Grundregel durchaus auch abweichen kann. Auch bei einer Branntkalkdüngung wird so gleich ein hoher Anteil davon in Kalziumkarbonat umgesetzt (LIEBEROTH, I.: 1969), sodass die oft diskutierte „Überkalkung-Alkalisierung" nicht eintritt. KIESSLING, G. und KERSCHBERGER, M., (2013) fanden in aktuellen Untersuchungen auf Lössböden, dass von den eingesetzten Branntkalkmengen alsbald ein signifikanter Umsatz zu Kalziumkarbonat von deutlich über 50 % erfolgte. Die erforderliche Kalkmenge ist abhängig von den Felddaten für die Bodenart, den Humusgehalt und den pH-Wert (pH-Klasse) des Bodens. Detaillierte Richtwerte hierfür enthält der VDLUFA-Standpunkt „Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden" (2000). Die Landwirtschaftliche Beratung und der VDLUFA sind hierfür Ansprechpartner.

Fazit

Optimale Bodenreaktion ist ein entscheidender Faktor für den Fruchtbarkeitszustand des Bodens. Dafür hat der VDLUFA in Zusammenarbeit der Bundesländer bundesweit geltende Richtwerte herausgegeben (2000). Diese wurden im vorliegenden Beitrag anhand einer umfangreichen Feldversuchsserie kulturartenspezifisch für die Treffsicherheit im Kartoffelbau angewendet und die Ergebnisse nach pH-Klassen und Bodenartengruppen bewertet. Es hat sich gezeigt, dass die Kartoffel durchaus in einem weiten pH-Bereich des Bodens ihr Ertragsoptimum erreicht. Mit beginnender Bodenversauerung jedoch (pH-Klasse B) vermindern sich die Erträge bereits schon um rund 10 %. Im Bereich der pH-Klasse A steigt der Ertragsverlust im Mittel auf 15 % an. In einigen Versuchen kam es bis zu rund 30 % Ertragseinbußen. Mit gewissem Vorbehalt lässt sich die Kartoffel im Vergleich mit anderen Kulturen dennoch als relativ robust gegen Bodenversauerung einordnen. <<

KONTAKT

Dr. Manfred Kerschberger
Ehem. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
m.kerschberger@web.de