

# Sanierung von Perchlorat-belasteten Gewächshausböden

Autoren: Reto Neuweiler, Jürgen Krauss (Agroscope) und Lutz Collet (Grangeneuve)

Februar 2016

In der Schweiz wurde Perchlorat 2013 erstmals in einzelnen Gemüse- und Früchteproben als unerwünschter, bisher mehrheitlich unbekannter Inhaltsstoff nachgewiesen. Daraufhin wurden vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) gemeinsam mit Agroscope Abklärungen betreffend möglicher Eintragsquellen durchgeführt. Dabei hat sich der Verdacht erhärtet, dass in der Schweiz kontaminierte Düngemittel die Hauptursache für das Auftreten von Perchlorat in Gemüse und Früchten sind. Bei Erdkulturen im Gewächshaus eingesetzte, mit Perchlorat verunreinigte Dünger führen zu einer Akkumulation von Perchlorat im Boden. Agroscope und Grangeneuve initiierten Ende 2014 nach Absprache mit dem Forum Forschung Gemüse ein gemeinsames Extensionprojekt mit dem Ziel, Massnahmen zur Sanierung von Perchlorat-belasteten Gewächshausböden zu entwickeln und zu prüfen. Die inzwischen auf zwei Praxisbetrieben erarbeiteten Versuchsergebnisse zeigen, dass die Perchlorat-Problematik durch eine gezielte Bewässerungsstrategie vor Kulturbeginn entschärft werden kann, wie dies im Umgang mit salzreichen Böden im Gewächshausanbau angeraten wird (Sonneveld und Vogt 2009).

## Düngemittel als Haupteintragsquelle

Die branchenintern eingeleiteten, auf breiter Basis durchgeführten Düngereanalysen bestätigen die Annahme, dass Perchlorat in der Schweiz vorwiegend über kontaminierte Düngemittel in die Gemüsekulturen eingetragen wird. Ausländischen Studien zufolge ist auch mit Perchlorat belastetes Bewässerungswasser ein nicht zu unterschätzender Risikofaktor (Zunker et al. 2015). Ein solcher Zusammenhang konnte unter Schweizer Bedingungen bisher nicht bestätigt werden. Bei den Düngemitteln, in denen in der Schweiz Perchlorat nachgewiesen wurde, handelte es sich in erster Linie um offiziell bewilligte wasserlösliche Kaliumnitrat-haltige Dünger. Diese kommen vor allem im überdeckten Anbau zur Anwendung. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass auch bei anderen Handelsdüngern Kontaminationen mit Perchlorat nicht ausgeschlossen werden können (Trumpolt et al. 2005).

Um Überschreitungen der vom BLV festgelegten Höchstwerte für Perchlorat in den Ernteprodukten möglichst zu verhindern, wird den Gemüseproduzenten empfohlen, die zugekauften Düngemittel vorgängig auf Perchlorat untersuchen zu lassen. Dabei ist es sinnvoll, zuerst den Düngelieferanten anzufragen. Dieser verfügt in der Regel bereits über Analyseresultate zu den einzelnen Düngerchargen bzw. zu den bei deren Herstellung verwendeten Rohstoffen.

## Erdkulturen im Gewächshaus am stärksten betroffen

Im bodenunabhängigen Hors-sol-Anbau kann die Perchlorat-Problematik durch die Reinigung der Düngungs- und Bewässerungseinrichtungen und die konsequente Umstellung auf Perchlorat-freie Dünger rasch entschärft werden. Verschiedene Praxisbeispiele zeigen, dass in bodenabhängig bewirtschafteten Tunnel- und Gewächshausanlagen der Einsatz von kontaminierten Düngern zu einer nachhaltigen Akkumulation von Perchlorat im Boden führt.

Perchlorat gelangt mit dem Wasserstrom in die Pflanze und wird in den Organen mit der höchsten Wasserverdunstung – vor allem in den Blättern – abgelagert (Seyfferth et al. 2008). In der Regel ist daher vor allem Blatt- und Stängelgemüse von der Perchlorat-Problematik betroffen. Aber auch Knollengemüse kann diesbezüglich auffällig werden: Perchlorat wurde in den vergangenen Jahren verschiedentlich in Radieschen nachgewiesen. Im Rahmen von eigenen Untersuchungen konnte bestätigt werden, dass der Perchloratgehalt innerhalb der Pflanze in den Blättern um ein Mehrfaches höher liegt als in der essbaren Radieschenknolle.

Eine klare Eingrenzung der bezüglich Perchlorat heiklen Kulturen und Ernteprodukte ist schwierig, da die Perchlorat-Problematik weiterhin vom Gehalt im Boden, von saisonalen Effekten sowie von der Verwendung der geernteten Organe und den jeweils geltenden Höchstwerten abhängt.

## Auswaschung als Notmassnahme

Die derzeit vorliegenden Versuchserfahrungen belegen, dass der Perchloratgehalt in belasteten Gewächshausböden durch gezielte Bewässerungsmassnahmen vor Kulturbeginn zumindest vorübergehend deutlich vermindert werden kann. Langzeiterfahrungen sind nach wie vor nicht vorhanden. Die Auswaschung des im Oberboden vorhandenen Perchlorates reduziert den Perchloratgehalt im nachgebauten Gemüse nachweislich. Dabei möchten wir darauf hinweisen, dass an beiden Versuchsstandorten der Perchloratgehalt im Boden eher mässig war, im Bereich von 0.01 mg/kg Bodensubstanz. Bei stärker belasteten Böden, wie sie bisher nur im Ausland gefunden worden sind, stellt sich die Frage, ob der Perchloratgehalt im Oberboden durch Auswaschung so weit gesenkt werden kann, dass bei den nachgebauten Gemüsekulturen die vorgeschriebenen Höchstwerte eingehalten werden können.



*Unterschiedliche Bewässerungsverfahren zur Perchloratverlagerung im Test (Bild: Lutz Collet).*

## Perchloratauswaschung – so wird es gemacht !

**Beachte: Entscheidend sind das Akkumulationsverhalten von Perchlorat in den essbaren Ernteprodukten der einzelnen Kulturen sowie die jeweils vorgeschriebenen Perchlorathöchstwerte. In Einzelfällen muss der Auswaschungsvorgang möglicherweise wiederholt werden: wenn in der nachfolgenden Kultur die Höchstwerte im Ernteprodukt noch überschritten werden.**

- **Oberflächliche Bodenbearbeitung vor der Bewässerung:** Bei verkrusteter oder verschlammter Bodenoberfläche ist ein vorgängiges oberflächliches Aufbrechen der Kruste mit einem Kultivator, einem Flachgrubber oder einer Spatenmaschine erforderlich. Dabei dürfen keine tiefen Rillen geschaffen werden, damit das eingesetzte Bewässerungswasser die natürlichen Mittel- und Grobporen durchfließt und nicht auf direktem Wege durch künstlich erzeugte Kanäle in die Tiefe versickert.
- **Keine intensive Bodenbearbeitung:** Keinesfalls darf der Boden vor den Bewässerungsmassnahmen intensiv bearbeitet werden. Eine zu feine Bodenoberfläche neigt stark zur Verschlammung. In der Folge kann das Bewässerungswasser nur schwer in die natürlichen Poren des Bodens eindringen und es kommt schon bei geringen Beregnungsmengen zu einem oberflächlichen Wasserstau.
- **Ausreichend hohe Wassermenge:** Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass 200 mm in mittelschweren bis schweren Böden eher zu knapp sind, um das im Oberboden vorhandene Perchlorat ausreichend in die Tiefe zu verlagern. Gemäss dem derzeitigen Kenntnisstand ist der Einsatz von rund 400 mm sinnvoll.
- **Unterteilung in Teilgaben:** Um Stau und oberflächlichen Abfluss des Bewässerungswassers zu verhindern, wird die Bewässerungsmenge aufgeteilt. Die Höhe der einzelnen Wassergaben ist an Ort und Stelle unter Berücksichtigung des Infiltrationsvermögens des betreffenden Bodens festzulegen. Bei zu rascher Bewässerung staut sich das Wasser oberflächlich, die Bodenoberfläche verschlammte und die Poren werden verstopft. Daher ist die Bewässerung zu unterbrechen, sobald das verabreichte Wasser nicht mehr versickert.
- **Anbaupause bis zur Folgekultur:** Die hohen Wassermengen führen zu einer vorübergehenden Vernässung des gesamten Bodenprofils. Je nach Körnung des Bodens können Wochen vergehen, bis der Oberboden wieder bearbeitet und die Folgekultur gesät oder gepflanzt werden kann. Insbesondere schwere Böden trocknen nur verzögert ab.
- **Dauerhaftigkeit des Sanierungserfolges:** Das in tiefere Bodenschichten ausgewaschene Perchlorat kann im Zuge des kapillaren Wasseraufstieges mit der Zeit wieder in den Hauptwurzelraum gelangen. Insbesondere in Böden mit einem erhöhten Feinporenanteil ist nicht auszuschliessen, dass dieser Vorgang während Hitze- und Trockenperioden im Sommer den Perchloratgehalt im Oberboden und im angebauten Gemüse wieder deutlich ansteigen lässt. Um die erneute Verlagerung von Perchlorat nach oben nicht unnötig zu fördern, muss das Austrocknen des Oberbodens während kulturfreien Perioden verhindert werden.



Sobald ein oberflächlicher Wasserstau eintritt, ist die Bewässerung zu unterbrechen (Bild: Lutz Collet).

## Kulturen und Zwischenbegrünungen haben Fangwirkung

Die einzelnen Pflanzenarten unterscheiden sich hinsichtlich der Aufnahme und Akkumulation von Perchlorat (Jackson et al. 2005). Im Rahmen des oben beschriebenen Extensionprojektes durchgeführte Untersuchungen mit verschiedenen Pflanzenarten als Fangpflanzen deuten darauf hin, dass die angebauten Kulturen und Zwischenbegrünungen dem Boden bescheidene Mengen an Perchlorat entziehen. Mit den Ernteprodukten und den anfallenden Ernterückständen kann der grösste Teil des aufgenommenen Perchlorates abgeführt werden, sofern letztere auch aus den Tunnel- und Gewächshausflächen entfernt werden. Im Rahmen einer Gewächshausfruchtfolge wird auf diese Weise über mehrere Jahre betrachtet kontinuierlich ein gewisser Anteil des im Boden akkumulierten Perchlorates abgeführt.

Der Anbau von Zwischenbegrünungen als Fangpflanzen kommt in überdeckten Flächen aus ökonomischer Sicht allenfalls während betriebsspezifischer Bracheperioden in Frage. Sofern das Pflanzenmaterial von der Fläche abgeführt wird, können Zwischenkulturen den Sanierungsprozess beschleunigen.



Kulturarten unterscheiden sich im Akkumulationsvermögen von Perchlorat (Bild: Lutz Collet).

## Literaturverzeichnis:

Jackson W.A., Joseph P., Laxman P., Tan K., Smith P.N., Yu L. und T.A. Anderson, 2005: Perchlorate Accumulation in Forage and Edible Vegetation. *J. Agric. Food Chem.* 2005 53, 369 - 373

Seyfferth A.L. und D.R. Parker, 2008. Uptake und Fate of Perchlorate in Higher Plants. *Advances in Agronomy*, 102 -120

Sonneveld C. und W. Voogt, 2009. *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. Springer Verlag 431 pp.

Trumpolt C.W., Crain M., Cullison G.D., Flanagan S.J.P., Siegel L. und S. Lathrop, 2005. Perchlorate: Sources, uses and occurrences in the environment. *Remediation* 2005, 65 – 89

Zunker M., Reetz J., Lehneis T. und T. Nagel, 2015: Fundaufklärung Chlorat. Abschlussbericht, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) 34 pp.

## Verdankungen:

Für die Unterstützung bei der Durchführung und Finanzierung der Analysen auf Perchlorat möchten wir uns bedanken bei:

- COOP, Basel
- Verein SwissGAP, Bern
- Verband Schweizer Gemüseproduzenten VSGP, Bern

## Impressum

Herausgeber: Agroscope  
Schloss 1, Postfach  
8820 Wädenswil  
[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

Auskünfte: Reto Neuweiler:  
[reto.neuweiler@agroscope.admin.ch](mailto:reto.neuweiler@agroscope.admin.ch)  
058 460 64 53

Lutz Collet:  
[Lutz.Collet@fr.ch](mailto:Lutz.Collet@fr.ch)  
026 305 58 78

Gestaltung: Brigitte Baur

Copyright: © Agroscope 2016