

Bodenworkshop Teil II

Geosmin: Duftstoff des Bodens

Am 17. September fand in Ostbevern (NRW) ein bodenkundlicher Workshop der österreichischen Firma AKRA Karner Düngerproduktion auf dem Landwirtschaftsbetrieb Hohenkirch statt. Die Veranstaltung war gegliedert in einen Vortragsteil und einen Praxisteil am offenen Bodenprofil. Bodenfachmann Hans Unterfrauner, der in Österreich unter anderem ein bodenkundliches Labor betreibt, bestritt beide Workshopteile. In diesem Artikel wird der Praxisteil am Bodenprofil wiedergegeben.

Von Dipl.-Ing. agr. (FH) Martin Bensmann

Draußen im Feld themisierte Unterfrauner zunächst die Wirkung von Regentropfen auf den Ackerboden, die Bedeutung der Infiltrationsfähigkeit von Böden sowie die Messbarkeit von pflanzenverfügbarem Wasser im Boden. „Die Fallhöhe von Regentropfen liegt bei 400 bis 1.000 Meter. Wenn der Regentropfen runterfällt, dann bringt er pure Energie mit. Wenn ein solcher Regentropfen auf einen blanken Boden auftrifft, dann werden die Bodenaggregate zerstört. Das bedeutet, dass der Boden in seine Feinteile zerlegt wird. Zudem werden die feinen Teilchen mit den Regentropfen in den Boden infiltriert beziehungsweise eingewaschen. Die feinen Teilchen lagern sich oft schon nach 2 bis 3 Millimetern ab und der Boden macht dicht. Das heißt, er verschlämmt“, erklärte Bodenfachmann Hans Unterfrauner.

Am offenen Boden wurde das Profil mit seinen Schichten besprochen.

Pflanzen dämpfen Niederschlagsenergie

Eine solche Situation lasse sich auch auf Kartoffel- beziehungsweise Maisfeldern zwischen den Reihen erkennen. Die Energie des auftreffenden Regentropfens lasse sich vor allem durch Pflanzenbewuchs abmildern. Pflanzen seien perfekt dazu geeignet, die Niederschlagsenergie aufzunehmen. Die Energie aus der verbleibenden geringen Fallhöhe richte keinen Schaden mehr an. Wenn zum Beispiel 20 Millimeter Niederschlag fallen, dann sind das 200.000 Liter pro Hektar. In einem Niederschlagsereignis sei das viel. Wenn die Böden nicht in der Lage seien, solche oder größere Regenmengen aufzunehmen und zu bevoorraten, dann sei klar, woher Hochwassereignisse kommen. Überschwemmungen würden dort stattfinden, wo große Flächen in einem Ereignisgebiet nicht ausreichend infiltrationsfähig sind.

Fotos: Martin Bensmann





Ein Kunststoffrohr wurde 3 Zentimeter tief in den Boden eingeschlagen für einen Versickerungsversuch. Anschließend schüttet ein Seminarteilnehmer Wasser in das Rohr. Mit der Wassermenge wurde ein Niederschlag von 100 Liter pro Quadratmeter simuliert.

„Das heißt, wir müssen bei den Schutzmaßnahmen davon wegkommen, nur Dämme zu bauen, sondern wir müssen dort anfangen, wo Überschwemmungen den Anfang haben. Das ist bei der Infiltrationsfähigkeit der Böden. Hier sind Maßnahmen zu fördern und Landbewirtschafter zu informieren“, betonte Unterfrauner.

Infiltrationsversuch zur Wasserversickerung

Wie sich die Infiltrationsfähigkeit eines Bodens mit einfachen Mitteln auf dem Feld ermitteln lässt, zeigte er anhand eines praktischen Beispiels. Ein gut 50 Zentimeter langes PVC-Rohr musste ein Workshopteilnehmer drei Zentimeter tief an einer Stelle im Acker in den Boden drücken. 13 Zentimeter vom Ende des Rohrs entfernt hatte Unterfrauner seitlich ein kleines Loch gebohrt.

Nun konnte 10 Zentimeter hoch über dem Boden in das in den Boden gedrückte Rohr Wasser eingefüllt werden, bis es seitlich aus dem kleinen Loch rauszulaufen begann. Bezogen auf den Rohrquerschnitt und die Füllhöhe des Wassers entsprach die Wassermenge im Rohr einem Niederschlagsereignis von 100 Millimeter beziehungsweise 100 Liter pro Quadratmeter. Dieses Szenario sei ein Worst-case-Szenario. Wenn es aber gelinge, dass 100 Liter pro Quadratmeter und Stunde infiltrieren, dann seien die Böden in einem guten Zustand. Unterfrauner riet, mehrere solcher Punktmessungen auf einem Acker vorzunehmen.

Die Infiltrationsfähigkeit eines Bodens hänge davon ab, wie trocken oder nass er ist. Trockene Böden könnten nur langsam Wasser aufnehmen. Das heißt, dass die Vorfeuchte eines Bodens wichtig ist. Ein Pflanzenbestand könne zum Beispiel für entsprechende Vorfeuchte sorgen. Je nach Pflanzenentwicklung können sie unterschiedlich stark Böden beschatten. Unterfrauner: „Zunehmend besteht die Gefahr – insbesondere in den warmen Monaten –, dass die Böden überhitzen. Bei einer Lufttemperatur von rund 20 Grad Celsius kann ein nackter Boden Temperaturen von 40 bis 45 Grad Celsius erreichen.“

Dunkle Böden sind starke Wärmespeicher. Im Boden könne sich die Temperatur bis 20, 25 Zentimeter Tiefe auf einem Niveau von rund 50 Grad Celsius einstellen. „Das bedeutet dann, dass die Mikrobiologie tot ist. Das Eiweiß in den Zellen koaguliert und die Oberflächenstruktur des Bodens verändert sich“, betonte der Referent. In der Folge wird der Boden wasserabweisend. Unterfrauner bekannte, dass er ein Fan von ganzjährig bewachsenen Feldern ist. Anhand der Wasserspannung lasse sich bestimmen, wie viel Wasser im Boden noch für die Pflanzen verfügbar ist. Die Wasserspannung lasse sich mit einem so genannten Tensiometer messen.

Die Entnahme der Bodenprobe sollte Chefssache sein

Im Weiteren widmete er sich der Entnahme von Bodenproben: „Der Hauptfaktor, ob eine Bodenprobe in der Analytik und in der Ergebnisumsetzung funktioniert, ist nicht das Labor, sondern die Probennahme. Hier in der Region gibt es sehr heterogene Böden. Es gibt unterschiedliche Bodenqualitäten auf einem Schlag. Manche Schläge haben eine Kuppe oder Senke. Wenn eine Bodenprobe von einem Schlag genommen wird – ohne sich vorher kundig zu machen, wie sich die Bodenqualitäten verändern –, dann kommen unweigerlich in dieser Mischprobe unterschiedliche Bodenqualitäten zusammen. Die werden im Labor homogenisiert. Und Sie bekommen ein Mischergebnis.“ In der Umsetzung seien die Landwirte auf jeder Teilfläche falsch. Darum empfahl er, Folgendes zu machen:

1. Sich über die Bodenlandschaften eines Betriebes kundig machen. Dafür gibt es Kartenmaterial. Von der Reichsbodenschätzung angefangen bis zum Viewer in Nordrhein-Westfalen. Von der Ertragskartierung bis hin zu eigenen Erfahrungen. Bewirtschafter können auch mit Bodensonnen über die Flächen gehen oder aus dem Weltall draufschauen. Es gibt einen Sentinel-Satelliten, der von der EU vor sechs Jahren ins All geschossen worden ist. Der scannt den Boden in 5 x 5 Meter Rastern ab. Der kommt alle fünf Tage vorbei.

Der Satellit hat unterschiedliche Frequenzen und Wellenlängen, die ausgesendet werden. Daraus lassen sich dann Biomassekarten erstellen. So ergibt sich die Möglichkeit, in Fünf-Tages-Zeitspannen die vergangenen fünf Jahre anzuschauen, wie sich die Biomasse pro Jahr jeweils entwickelt hat.

2. Wenn Sie dann die Bodenqualitäten auf dem Betrieb ausgemacht haben, dann werden Sie erkennen, obwohl die Flächen relativ verschießend sind, dass Sie mit acht bis zehn unterschiedlichen Hauptbodenqualitäten auskommen. Dann suchen Sie sich homogene Teilflächen aus und machen Sie daraus eine Mischprobe. Dann können Sie die Ergebnisse der Mischprobe auf die anderen Teilflächen umlegen, die dieselbe oder sehr ähnliche vergleichbare Bodenqualitäten aufweisen.
3. „Sie müssen sich bewusst sein, dass die Entnahme von Bodenproben Chefsache ist. Denn da geht es um viel. Die Ergebnissen der Bodenuntersuchung verändern Ihre Düngestrategie. Wenn der Boden geackert wird, dann entnehmen Sie die Proben so tief, wie gepflügt wird. Wenn Sie Mulch- oder Direktsaat praktizieren, können Sie anhand eines Miniprofils abschätzen, wo der Unterboden beginnt. Auch hier empfehlen wir, die ersten 20 Zentimeter zu beproben und eine Mischprobe herzustellen. Wichtig ist, dass das Unterbodenmaterial nicht eingetütet wird“, betonte Hans Unterfrauner.

Spatenprobe gibt Aufschluss über Bodenzustand

Die nächsten Praxistipps gab der Österreicher zur Spatenprobe, wie sie entnommen und interpretiert wird. Es wird ein Stück Boden patentief entnommen. Am besten nicht aus der



Eine Spatenprobe gab Aufschluss über den Bodenzustand. Bewachsen war der Boden mit einem Zwischenfruchtmix nach Getreide.

Spur einer Fahrgasse. Zuerst soll am Boden gerochen werden. Dass ein Boden riecht, liegt in der Regel an mikrobiologischen Umsetzungsprozessen. Es werden organische Stoffe umgebaut. Die Mikroben haben eine Verdauung. Die volatilen Substanzen riechen wir. Die Pflanzen scheiden Wurzelexsudate aus, jede Pflanzenart ihren eigenen spezifischen „Cocktail“.

„Das heißt, wir haben unterschiedliche Mikroorganismen-Gemeinschaften im Boden und dadurch unterschiedliche Gerüche. Bei diesen Mikroorganismen handelt es sich um Pilze und Bakterien. Die Geruchsstoffe werden zusammengefasst unter dem Begriff der Geosmine. Das sind kleine Moleküle“, erläuterte der Bodenkenner.

Geosmin wird von Bodenbakterien gebildet, insbesondere von Streptomyzeten. Sie liefern fast 70 Prozent aller Antibiotika. Geosmin ist sozusagen das Parfum des Bodens. Bodenmikroben wie Cyano- und Mykobakterien oder Schimmelpilze der Gattung Penicillium bilden ebenfalls Geosmin. Man kann in der Spatenprobe – sofern Bewuchs vorhanden – die Wurzeln anschauen. Es können vor allem die jungen Wurzeln beurteilt werden. Hier auf dem Feld mit dem Zwischenfruchtbestand sind die jungen Wurzeln weiß, sie sind knackig und gesund. Wären Wurzeln zu sehen mit einer bereits braunen Epidermis, die sich mit dem Fingernagel abstreifen lässt, dann wäre das ein schlechtes Zeichen.

Dann ist anhand der Spatenprobe nachzuschauen, ob es eine Klumpenbildung gibt. Klumpen, die sich auseinanderbrechen lassen. Obwohl der Boden am Workshopstandort sandig ist, ist er nicht rieselfähig. „Die Gefügestruktur ist aufgrund der Textur fast schon ein Kohärentgefüge“, ergänzte Unterfrauner. Zum Schluss ist dann noch die Abwurfprobe zu machen. Das heißt, die Bodenprobe vom Spaten einfach in die Luft werfen und auf den Boden fallen lassen. Fazit: Der Boden zerfällt perfekt, es bleiben keine großen Kluten übrig. Die begutachtete Spatenprobe war aufgrund ihres Geruchs und des leichten Verdichtungsansatzes fast schon optimal.

Bodenprofil mit sieben Schichtungen

Nun aber zum aufgegrabenen Bodenprofil. „Das Bodenprofil ist an Schönheit nicht zu überbieten. Mit jedem Schritt in die ausgehobene Grube gelangen wir geologisch ein paar Jahrhundernte beziehungsweise Jahrtausende zurück. Am Bodenprofil sind unterschiedliche Schichten erkennbar“, führte Unterfrauner aus. Der Boden war bis zu 180 Zentimeter Tiefe aufgegraben worden. Sehr auffällig waren die unterschiedlich starken Einfärbungen in den Schichten. In der Schicht 0 bis 25 Zentimeter ist der Boden stärker dunkel eingefärbt als in der Schicht darunter. Die schwarze Farbe kommt vom Humus beziehungsweise von der organischen Substanz. Weiter nach unten kommt die nächste Schichtgrenze bei etwa 50 Zentimeter Tiefe.

Die Übergänge seien nicht überall horizontal. Teilweise seien sie taschenförmig, teilweise ineinanderfließend. Das sei ganz typisch für diese Region. Früher einmal sei wohl der Fluss Bever hier langgeflossen und habe unterschiedlich starke Sedimentschichten abgelagert. Es habe sich ein unregelmäßiges Relief gebildet. Die dritte Schicht war farblich ocker. Der Oberboden sei grobkörniger als zum Beispiel die dritte Schicht. Bei Braunerden sei Eisen das wichtigste farbgebende Element der Verbraunung.



Blick auf den bis zu 180 Zentimeter tief geöffneten Boden mit seinen Schichten, die sich am Profil ablesen lassen. In den Kunststoffschalen befinden sich Bodenproben aus den Horizonten. Die Schalen von links nach rechts betrachtet zeigen die Schichten eins bis sieben.

Ursprüngliche Bodenoberfläche lag einst 120 Zentimeter tief

Bei der vierten Schicht handelt es sich um eine sogenannte Ortsteinschicht. Es findet von oben durch Lufteintrag eine Oxidation statt im Boden und Eisen- und Humuspartikel legen sich durch Auswaschung ab. Ortstein kommt im Unterboden von Podsole vor. Laut Unterfrauner ist die Bodenfarbe extrem wichtig zur Beurteilung der Bodengenese. Die fünfte Bodenschicht wies eine grau-schwarze Färbung auf. Sechste Schicht: sandig, schmierig, schwarz mit Humusanteilen. „So tief lag einst die ursprüngliche Bodenoberfläche“, sagte Unterfrauner. Also gut 120 Zentimeter tief. Die siebte Schicht war grau gefärbt – ein deutliches Anzeichen für Sauerstoffmangel. Hier zeigte sich eine sehr, sehr lange Zeitspanne, in der da unten kein Sauerstoff angekommen ist. Die sechste Schicht dürfte ein ehemaliges Moor sein. Darüber befanden sich unterschiedliche Sedimente. Der Fachreferent zeigte am Bodenprofil, dass die angebauten Kulturpflanzen mit ihren Wurzeln bis in 120 Zentimeter Tiefe reichten.

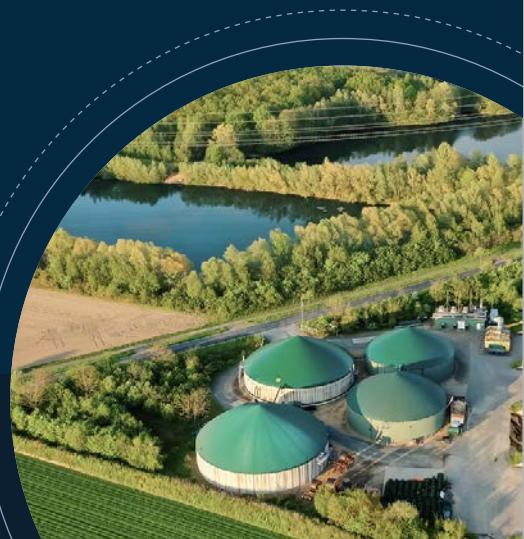
„Die Pflanzen an dem Standort kommen mit den Bodenbedingungen offenbar gut zurecht. Es sind auch viele Regenwurmgänge sichtbar. Regenwürmer haben eine sehr starke Druckkraft, die sie an ihre Umgebung abgeben können. So kann er die Röhren bauen. Er stabilisiert die Röhren, indem er sie mit Polymukosacchariden auskleidet. Regenwurmröhren können 30 Jahre lang stabil sein. Die Röhren leiten Niederschlagswasser relativ schnell in den Unterboden ab. Außerdem kommt über die Röhren Sauerstoff in den Boden. Dort unten im ►

IHR VORSPRUNG MIT ANEW

Lösungen in unsicheren Zeiten: Sichere Perspektiven für Biomethan

Flexibel, marktgerecht und zukunftsorientiert

**Treffen Sie uns auf der
E-world energy & water 2026**
Halle 6, Stand 6F126

© **anew**climate
 



Glasrörchen mit Boden und destilliertem Wasser nach kurzem Schütteln und einer kleinen Wartezeit. Die Röhrchen zeigen von links nach rechts die Bodenschichten eins (oben) bis sieben (ganz unten). In dem Wasser wurde mit einem Indikatorstreifen der pH-Wert ermittelt. Einordnung: Die stabilen Bodenaggregate sinken auf den Grund des Röhrchens, weil sie schwerer sind. Es handelt sich dabei nicht um eine Verschlämzung. Es zeigt vielmehr eine gute Bodenstruktur mit stabilen Calcium-Brücken. Die trüben und undurchsichtigen Reagenzgläser zeigen, dass die untersuchte Bodenschicht keine oder kaum stabile Brücken hat und somit eine hohe Erosionsgefahr aufweist.

Boden, wo die Pflanzenwurzeln noch 5 Volumenprozent Sauerstoff vorfinden, können sie noch Nährstoffe aufnehmen", ließ Unterfrauner einblicken. Insbesondere tiefgrabende Regenwürmer würden das Volumen des Bodens vergrößern, aus dem Nährstoffe aufgenommen werden können.

pH-Wertermittlung

Neben der Spatenprobe wurde eine weitere Praxisübung durchgeführt: Aus jeder der sieben Bodenschichten des Bodenprofils wurde etwas Boden in ein Glasröhrchen gegeben, sodass es zu einem Drittel gefüllt war. Anschließend wurde destilliertes Wasser aufgefüllt. Danach musste das Röhrchen geschwenkt werden, damit Boden und Flüssigkeit sich vermischtten. Mit einem Indikatorstreifen, der für zirka 3 Sekunden in die Bodenlösung getaucht wurde, ließ sich der pH-Wert anhand des Verfärbung ermitteln. Ergebnis:

Schicht 1: pH 6,0

Schicht 2: pH 6,5

Schicht 3: pH 6,5

Schicht 4: pH 6,0

Schicht 5: pH 6,0

Schicht 6: pH 6,5

Schicht 7: pH 7,0

„Der pH-Wert kann sich im Bodenprofil stark unterscheiden. Hier sind die Abweichungen noch gering. Es gibt aber Standorte mit Sprüngen von zwei pH-Einheiten“, erläuterte Unterfrauner. Im nächsten Schritt wurde der pH-Wert im Neutralsalz gemessen. Aus jeder Bodenschicht wurde dazu etwas Boden in ein Stelzner pH-Meter gegeben. Auf den Boden wurde dann etwas Indikatorflüssigkeit geträufelt. Die verfärbte Flüssigkeit floss durch eine Rille in eine kleine Kuhle im pH-Meter. Das erbrachte folgende pH-Wert-Ergebnisse:

Schicht 1: pH 5,0

Schicht 2: pH 6,0

Schicht 3: pH 5,5

Schicht 4: pH 5,0

Schicht 5: pH 5,0

Schicht 6: pH 4–5

Schicht 7: pH 7,0

„Der Unterschied ist logisch erklärbar. Offensichtlich sind austauschbare Säuren vorhanden. Die werden mit dem Neutralsalz mobilisiert“, erklärte Unterfrauner.

Nochmal zurück zu den Röhrchen mit dem mit destilliertem Wasser aufgefüllten Boden:

Röhrchen, Schicht 1: Die Flüssigkeit befindet sich im oberen Bereich des Röhrchens. Durch das Wasser lässt sich fast durchschauen. Unten im Röhrchen hat sich Boden abgesetzt.

Röhrchen, Schicht 2: Die Flüssigkeit befindet sich oben im Röhrchen. Sie ist trüber als in Röhrchen 1. Die Wasserfarbe ist bräunlich. Der Boden hat sich unten im Röhrchen abgesetzt.

Röhrchen, Schicht 3: Die Bodenteilchen haben sich unten im Röhrchen abgesetzt, die Flüssigkeit befindet sich darüber. Sie ist undurchsichtig, trüb und hellbraun.

Röhrchen, Schicht 4: Der Boden hat sich ebenfalls unten abgesetzt. Die Flüssigkeit darüber ist undurchsichtig und ockerfarben.

Röhrchen, Schicht 5: Der Boden hat sich unten abgesetzt. Die Flüssigkeit darüber ist undurchsichtig, trüb, braun.

Röhrchen, Schicht 6: Boden und darin befindliche Organik haben sich unten stark abgesetzt. Die Flüssigkeit oben im Röhrchen ist undurchsichtig, trüb, braun – aber nicht so stark wie bei Röhrchen zwei bis fünf.

Röhrchen, Schicht 7: Der graue Boden hat sich unten im Röhrchen abgesetzt. Die Flüssigkeit darüber ist grau, undurchsichtig und sehr trüb. ▶

„Es macht aber einen Unterschied,
ob Calcium oder Magnesium
die Brücke bildet“

Hans Unterfrauner



Die Bodenschichten eins bis sieben von unten nach oben betrachtet. Mit einem Stelzner pH-Meter wurde der pH-Wert in Neutralsalz ermittelt. Die Verfärbung der Indikatorflüssigkeit zeigt den pH-Wert an der Skala an.



Premium-Messtechnik
Made in Germany

Schnelle, flexible Kontrollmessung für stabile, biologische Prozesse an Biogas-, Biomethan- und Deponiegasanlagen



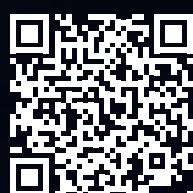
OPTIMA Biogas

- Biogas Messung: CH₄, CO₂, O₂, H₂S, H₂
- Abgasmessung: O₂, CO₂, CO, NO, NO₂
- Umgebungsluftmessung:
CH₄ (UEG), H₂S

Stationäre Systeme

für Biogas, Biomethan und Deponiegas

www.mru.eu



„In Röhrchen 3 befinden sich in der Flüssigkeit offensichtlich Tonteilchen in der Schwebe, die sich nicht abgesetzt haben. Es ist eventuell noch etwas Feinschluff dabei. Wenn Tonteilchen sich nicht abgesetzt haben, dann liegt das an deren Verästelungsstruktur. Die losen Tonteilchen oben in der Flüssigkeit können mit Calcium und Magnesium gebunden werden. Es macht aber einen Unterschied, ob Calcium oder Magnesium die Brücke bildet“, informierte Unterfrauner.

Wenn Calcium sich an Tonteilchen anlagert und es regnet, dann saugen sich die Tonteilchen mit Wasser voll. Der Abstand zwischen dem Calcium und den Tonteilchen bleibt gleich. Calcium führt dazu, dass es Stabilität im Boden gibt – unabhängig von der Feuchtigkeit im Boden. Was passiert, wenn Magnesium dazu kommt? Magnesium ist deutlich kleiner als Calcium. Wenn es einen Niederschlag gibt, dann umgibt sich das Magnesium laut Unterfrauner mit einer großen Wasserhülle und drängt die Tonteilchen auseinander.

Wenn dann der Boden befahren wird, können diese Bindungen reißen. Bei Trockenheit nimmt die große Wasserhülle ab und die Anziehungskraft wird ungleich größer. „Aus genau diesem unterschiedlichen Verhalten von Calcium und Magnesium als Brücke zwischen den Tonteilchen in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit haben wir klare Vorstellungen, wie viel Prozent Calcium und Magnesium als Dünger verwendet werden sollten. Das ist kein fixer Wert. Er ist abhängig von der Bodenschwere. Bei dem vorliegenden Boden empfehle ich 60 bis 70 Prozent Calcium und 15 bis 18 Prozent Magnesium. Bei schweren, tonigen Böden sind 75 bis 85 Prozent Calcium und 10 bis 12 Prozent Magnesium zu empfehlen“, so Unterfrauner. Auf Marschböden sollten die Nährstoffe stoßweise gegeben werden. Calcium sollte als Gips ausgebracht werden.

Kali zerstört die Bodenstruktur

Im Wirtschaftsdünger sei der hauptreaktive Nährstoff das Kalium. Es sei nicht der Stickstoff. Kalium sei zu 100 Prozent gelöst in Gülle und im Gärdünger. Es sei das einzige Element, das keine organische Bindungsform eingeht. Das Kali habe nur einen Bindungsarm. Darum könne das Kalium das Calcium aus der Bindungsform verdrängen. Kali verursache, dass stabile Brücken aufgebrochen werden und der Boden als Folge verschlämmt.

Gerade in Betrieben, in denen viel mit organischen Düngern oder kalihaltigem Mineraldünger gearbeitet werde, sei es wichtig, dass in regelmäßigen Abständen Calcium und Magnesium ergänzt werden, damit die Aggregatstabilität aufrechterhalten bleibt. Werde beispielsweise AKRA DCG ein paar Tage vor der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern ausgestreut, lasse sich die Wirkung kontra Kali und pro Aggregatstabilität beobachten. Im Kartoffelanbau sei die pH-Wertanhebung kein Problem, wenn nicht aggressive Produkte, wie zum Beispiel Brandkalk oder Carbokalk, eingesetzt würden. Im Kartoffelanbau mache es keinen Sinn, übermäßig viel Kali zu düngen, weil sich damit der Stärkegehalt nicht anheben lasse. ●



Peter Mirlenbrink, Verkaufsberater bei der AKRA Karner Düngerproduktion GmbH, präsentiert die Gläserchen mit Boden und Flüssigkeit. In die Flüssigkeit wurde etwas Calcium gegeben. Als Reaktion zeigte sich eine Flockenbildung oben auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Die Flockenbildung weist auf eine gute Aggregatstabilität hin. Das Calcium verbindet sich als Brücke zwischen Ton und Humus zum Ton-Humus-Komplex (Flocken). Die Röhrchen von links nach rechts zeigen die Bodenschichten eins bis sieben. Unten in den Röhrchen ist mehr Bodenvolumen, als an Boden vorher eingefüllt worden war, vorhanden. Es handelt sich dabei um eine sogenannte Schwammstruktur. Der Boden atmet. Es ist eine Calcium gesättigte Matrix.

AUTOR

Dipl.-Ing. agr. (FH) Martin Bensmann

Redakteur Biogas Journal

Fachverband Biogas e.V.

📞 0 54 09/90 69 426

✉ martin.bensmann@biogas.org

🌐 www.biogas.org