

Der Ertrag wird im Unterboden gemacht

Feldtag Bodenfruchtbarkeit in Frielendorf-Obergrenzbach

„Sichere Erträge durch fruchtbare Böden“ war das Thema des diesjährigen Feldtages der Fördergemeinschaft für Untersuchung, Forschung und Versuchswesen für Landwirtschaft und Umwelt. Am 7. September wurden in Frielendorf-Obergrenzbach am Betrieb von Hartmut und Lydia Ziegler Fragen zu den Themen Humus, Bodenfruchtbarkeit, Verdichtungen und Bodenkalkung diskutiert.



Deutliche Schadverdichtung mit horizontalem Plattengefüge im Bodenprofil eines Rübenschlages.

Die Vortragsveranstaltung mit über 170 Teilnehmern befasste sich am Vormittag mit den Themen Humus, Bodenfruchtbarkeit und der Bedeutung der Bodenkalkung mit ihrem Einfluss auf den pH-Wert als eines der wichtigen Parameter zur Einschätzung der Standortgüte. Dr. Marco Schneider vom LLH ging in seinem Beitrag auf die zentrale Stellung der Bodenfruchtbarkeit für eine ressourcenschonende und umweltstabile Bodennutzung ein.

Als Bodenfruchtbarkeit bezeichnet er die Eigenschaft des Bodens, im Wechselspiel der physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften, optimale Bedingungen für das Pflanzenwachstum und die Ertragsfähigkeit zu erzielen. Diese seien vereinzelt durch hohe Radlasten und damit verbundenen Schadverdichtungen sowie einseitigen Fruchtfolgen und mangelnder Rückführung von organischer Substanz beeinträchtigt.

Visuell seien solche Stressfaktoren als Ergebnis ungleichmäßiger Feldaufgänge und Vegetationsentwicklung nach der Bestellung im Herbst oder Frühjahr

erkennbar. In den Fahrspuren vom Mähdescher und der anschließenden Gülleausbringung könnten Verdichtungen auftreten, die bereits in der oberen Krume Sauerstoffmangel bedingen und so das Wurzelwachstum erheblich beeinträchtigen.

Verdichtungen Hauptursache für mangelndes Pflanzenwachstum

„Der Ertrag wird im Unterboden gemacht“, so die Kernaussage des Referenten. Verdichtete Schichten im Boden seien die Hauptursache für mangelndes Pflanzenwachstum und besonders deutlich am gestörten Wurzelwachstum der Kulturpflanzen zu erkennen. Dies verdeutlichte er am Beispiel eines Bodenbearbeitungsversuchs mit Pflug, Mulchsaat mit intensiver Lockerung (18 bis 20 cm), Mulchsaat mit extensiver Lockerung (5 cm) und einem Streifenlockerverfahren. Im Rapsanbau zeigte sich im Spätherbst bei der Analyse der Pfahlwurzel, dass die Wurzelentwicklung nach Einsatz des Pflugs (22 cm) oder bei Anwendung der Strei-

fenbearbeitung am weitesten fortgeschritten war.

Etwas schwächer war die Entwicklung auf Flächen mit Mulchsaat und intensiver Lockerung ausgeprägt, während die extensive Mulchsaat (Stroh der Vorfrucht mulchen, Kurzscheibenegge 5 cm und Bestellung mit Kreiselegge/Drille) zu dem ungünstigsten Wurzelbild der Rapspflanze (ohne Pfahlwurzel) führte. Als Ursache stellte Schneider die mangelnde Luftkapazität von weniger als 5 Prozent (= kritischer Wert) ab etwa 10 cm Bodentiefe fest, die in den Vergleichsvarianten deutlich besser lag.

Bodenverdichtungen wirken sich auch nachteilig auf die Nährstoffentzüge und N-Nachlieferung aus, was sich auch in der N-Bilanz des Standorts niederschlägt. Schneider zitiert einen Gerstenversuch, der bei gleicher Düngung ohne Bodenverdichtung eine N-Bilanz von -9 kg N/ha auswies und mit Bodenverdichtung einen N-Überschuss von 89 kg N/ha zeigte. Eine Situation, die mit der neuen Düngeverordnung zur Beschneidung der Düngung und auch Erträge führen würde.

Bodenunterschiede durch verschiedene Wirtschaftsweisen

Erhebliche Unterschiede im Vegetationsbild zeigen sich auch durch Bodenunterschiede, die oft durch unterschiedliche Wirtschaftsweisen bedingt sind. Ursachen liegen häufig in einer mangelhaften und einseitigen Nährstoffversorgung. „Die Chemie muss stimmen“, so Schneider, der bei einem Rapsschlag aus Zupachtung besonders niedrige Calcium- und Kaliumgehalte mit der Bodenanalyse feststellen musste (pH=3,8; K₂O=3 mg). Bei derart niedrigen pH-Werten kann sich kein vernünftiges Pflanzenwachstum entwickeln. Schädwirkungen von Schwermetallen nehmen zu.

Für eine dreijährige Fruchtfolge errechnete Schneider notwendige Aufdüngungskosten von 2010 Euro/ha, die aus der Sicht des Pächters eigentlich beim Pachtzins zu berücksichtigen wären. Eine Verbesserung des pH-Werts fördert den Ertrag und verbessert die N-Effizienz. Nach Untersuchungen konnte der Getreideertrag bei den Bodengehaltsklassen von A (49 dt/ha; N-Eff = 68 Prozent) über B (63 dt/ha; N-Eff = 87 Prozent) zu Gehaltsklasse C auf 68 dt/ha und einer N-Effizienz von 95 Prozent gesteigert werden. Ähnliches gilt für die Versorgung mit anderen Nährstoffen wodurch die Bedeutung der Grundnährstoffe im Boden noch einmal unterstrichen wird.



Demonstration des Bodendrucks bei unterschiedlichem Reifeninnendruck (links 1,5 und rechts 1,0 bar).
Fotos: Hildebrandt

Effizienzsteigerungen im Pflanzenbau seien zudem nur zu realisieren, wenn die Humusversorgung und die Fruchtfolge optimiert würden. In einer Untersuchung von 1984 habe sich gezeigt, dass mit steigendem Blattfruchtanteil und zusätzlichem Futterbau der Mineraldüngeraufwand zur Erreichung des Maximalertrags von Weizen abgesenkt werden konnte (Tabelle). Dabei wirken sich höhere Humusgehalte und vielfältigere Fruchtfolgen besonders deutlich auf schwächeren Standorten aus.

Bodenleben lagert 300 t Erde je Hektar und Jahr um

Von großer Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit ist auch das Bodenleben, das sich aus Bakterien, Pilzen, Actinomyceten bis hin zur Makrofauna wie den Regenwürmern zusammensetzt. Schneider weist darauf hin, dass etwa 100 Regenwürmer je Quadratmeter eine ausreichende Durchmischung von Ober- und Unterboden bewirken, wobei etwa 300 Tonnen Erde je Hektar und Jahr umgelagert werden. Die aus Ton, Schluff und Ernterückständen bestehende Regenwurmlosung ist mit allen Nährstoffen angereichert und ein idealer Pflanzendünger.

Große Regenwurmpopulationen erkennt man durch am Oberboden zusammengesetzten Strohhaufchen und sind ein Indiz für reges Bodenleben. In Bodenprofilen günstiger Standorte findet man bis zu 2 m noch Regenwurmgänge, die auch für Pflanzenwurzeln die Erschließung des Unterbodens ermöglichen. Der Regenwurm wird daher

auch als wertvollster Mitarbeiter des Landwirts bezeichnet.

Humus als Grundlage für nachhaltigen Ackerbau

Dr. Richard Beisecker vom Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft, Kassel, vertiefte anschließend das Thema Humus als Grundlage für nachhaltigen Ackerbau und sichere Erträge. Als Humus werden in der Bodenkunde alle im und auf dem Mineralboden befindlichen abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Substanzen sowie deren Umwandlungsprodukte verstanden.

Humus wird in der Regel durch Messung der organischen Substanz bestimmt. Der Humusgehalt in Prozent entspricht der organischen Substanz (Corg) x dem Faktor 1,724. Dieser hängt neben den Standortverhältnissen vor allem von der Nutzung (Acker, Grünland, Wald) ab. Die Bewirtschaftungseinflüsse auf den Humusgehalt sind eher gering. Mittlere Corg-Gehalte des Oberbodens auf Ackerstandorten schwanken im gemäßigten Klima zwischen 0,5 und 4 Prozent. Bezogen auf das Bodenvolumen in der Krume (0 bis 30 cm) enthält ein Ackerboden im Mittel pro ha 4500 t mineralische Festsubstanz, 90 t Humus (80 bis 85 Prozent der organischen Substanz) und 12 t Biomasse. Die Biomasse teilt sich in der Regel zu 50 Prozent in Wurzeln, 40 Prozent Mikroorganismen und 10 Prozent Bodentiere.

Zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit ist es nötig, den Bodenmikroorganismen und Bodentieren regelmäßig



frische organische Substanz zuzuführen, so Beisecker. Demnach würden zwei Faktoren die Humusmenge im Boden steuern: 1. die Menge und Qualität der zugeführten organischen Substanz und 2. die biologische Aktivität durch Mineralisation und Humifizierung.

Der Humusgehalt kann nur geringfügig beeinflusst werden

50 Prozent des Humusgehalts soll durch das Klima durch Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlagsmenge und Höhenlage beeinflusst sein. Etwa 20 bis 30 Prozent hängen von den Bodeneigenschaften Bodenart, Wasserhaushalt und Gründigkeit ab und etwa 5 bis 30 Prozent sind durch die Nutzung und Bewirtschaftung beeinflusst. Hierzu zählen die Nutzungsart Acker, Grünland und Wald, die Kulturarten und Fruchtfolgen, die Bodenbearbeitung und Bodendurchlüftung wie auch die Düngung und Zufuhr organischer Substanz.

Tendenziell steigen die Humusgehalte mit zunehmender Höhe und fallenden Temperaturen sowie steigenden Niederschlägen an. Gleiches gilt für steigende Tongehalte. Einflüsse unterschiedlicher Bodenbearbeitung (mit Pflug oder pfluglos) seien allerdings nicht abzuleiten. Dazu Beisecker: „Es gibt viele gute Gründe für pfluglosen Ackerbau. Humusanreicherung und Steigerung der Nährstoffverfügbarkeit

Erträge, N-Mengen und -Effizienz bei WiWeizen in unterschiedlichen Fruchtfolgen

Fruchtfolge	1	2	3	4	5
Getreide (%)	100	75	60	40	20
Blattfrucht (%)	0	25	40	40	40
Futter (%)	0	0	0	20	40
Mineraldüngeraufwand für das Ertragsmaximum von Weizen					
kg N/ha	138	127	125	114	105
N-Effizienz	94	127	126	145	169

Quelle: Wicke et al. 1984

gehören aber nicht dazu“. In Abhängigkeit der Düngung (0-Düngung zu Stallmist + NPK) können Veränderungen des Humusgehaltes im Boden festgestellt werden, allerdings nur langfristig auf relativ geringem Niveau (0,009 bis 0,012 Prozent Corg pro Jahr). Dennoch wird die Ertragsfähigkeit und Ertragsicherheit positiv durch eine Verbesserung der Puffer- und Filterfunktion, der Gefügestabilität, des Wasserhaushalts und der biologischen Aktivität durch organische Substanz beeinflusst.

Humusmehrende Bewirtschaftungsmaßnahmen

Analytische Bestimmungen der Corg-Gehalte im Boden sind nach Beisecker allerdings nur dann aussagekräftig, wenn mehrjährige Analysen vorliegen und die Proben an der gleichen Stelle zur gleichen Jahreszeit und bei gleichen Feuchtebedingungen aus gleicher Tiefe gewonnen wurden. Neben der Ermittlung der Humusversorgung durch die Bestimmung der Corg-Gehalte im Boden, besteht auch die Möglichkeit durch Berechnung der Humusbilanz die Versorgung des Bodens einzuschätzen. Die Humusbilanz ergibt sich aus der Differenz von Humuszufuhr und Humusbedarf.

Als humuszehrende Früchte gelten Zucker- und Futterrüben, Kartoffeln, Silo- und Körnermais, Getreide, Öl- und Faserpflanzen und Sonnenblumen. Humusmehrende Kulturen sind Körnerleguminosen, Zwischenfrüchte und mehrjähriges Feldfutter. Eine Humusmehrung findet auch durch die Zufuhr von organischer Substanz statt, zu denen Stroh und Gründüngung, Stall-



Dr. Johannes Heyn in der Profilgrube am Standort Obergrenzbach.

mist, Gülle und Gärreste zählen. Zur exakten Berechnung der Humusbilanz stehen Tabellen der VDLUFA zur Verfügung. Letztendlich sind nach Beisecker zur Förderung des Humusgehalts zwei wesentliche Grundsätze zu beachten: 1. positiver Humussaldo durch regelmäßige Zufuhr frischer organischer Substanz und 2. Förderung der biologischen Aktivität und Lebendverbauung durch Mikroorganismen und Wurzeln.

Ursachen und Wirkungen von Bodenversauerungen

Max Schmidt vom Bodenberatungsdienst Sengenthal ging zum Abschluss

der Vortragsveranstaltung auf die Bedeutung der Kalkversorgung für die Bodenfruchtbarkeit ein. Die Bodenversauerung stelle die größte Gefährdung für die Bodenfruchtbarkeit unserer Böden dar. Durchschnittlich werde dem Boden durch Pflanzenerträge jährlich etwa 50 kg CaO/ha entzogen. Dazu kommen 300 bis 450 kg CaO/ha durch Auswaschung und Neutralisationsbedarf. Kalkverluste seien dabei in erster Linie eine Folge natürlicher Versauerungsprozesse durch die Bildung von Kohlensäure aus CO₂ und Bodenwasser.

Das CO₂ entsteht bei der Zersetzung organischer Masse und bei der Wurzelatmung in einer Menge von 10 bis 20 t/ha und Jahr. Der Großteil entweicht aus dem Boden und steht den Pflanzen für die Photosynthese zur Verfügung. Ein geringerer Teil bildet mit dem Bodenwasser Kohlensäure, die im Boden wichtige Funktionen erfüllt wie die Mineralverwitterung beschleunigt, eine Nährstofffreisetzung bewirkt, zur Mineralneubildung (Tonminerale) beiträgt, die Phosphat- und Spurennährstoffmobilisierung initiiert, zum Aufbau des Carbonatpuffersystems beiträgt aber auch die Bodenversauerung fördert.

Auswirkungen der Bodenversauerung zeigen sich in Wachstumsstörungen, negativer Beeinträchtigung des Bodenlebens, vor allem der Regenwurmpopulation und Destabilisierung des Bodengefüges. Die Böden verschlammten, sind dicht gelagert, kalt und sauerstoffarm. PH-Werte unter 5 fördern in vielen Fällen Parasiten und Krankheitserreger wie beispielsweise die Kohlhernie. →



Die Referenten mit Veranstaltern (v.l.): Max Schmidt, Dr. Marco Schneider, Dr. Enno Jansen, Hartmut Ziegler und Dr. Richard Beisecker.

Kalkung fördert Bodenleben und Bodenstruktur

In vielen Versuchen wurde nachgewiesen, dass Kalkmangel deutliche Ertragseinbußen zur Folge hat und ein niedriger pH die Pflanzenverfügbarkeit von Stickstoff, Phosphor und Kali herabsetzt und damit die Düngereffizienz negativ beeinträchtigt. Auch das Bodenleben wird durch den Kalkgehalt und den pH-Wert beeinflusst. Optimale Bedingungen für gewünschte Bodenlebewesen wie beispielsweise Regenwürmer liegen im neutralen Bereich (pH-Wert 6 bis 7). Nach Erfahrungen stellt der Regenwurm bei sauren Bodenwerten unter pH 4 seine Tätigkeit ein – während unerwünschte Pathogene zunehmen.

Ca ist zudem für den Aufbau stabiler Bodenaggregate (Ton-Humus-Komplexe) zuständig. Eine Aufkalkung von pH 5,5 auf pH 6,5 hatte in einem 15-jährigen Dauerversuch zur Folge, dass das Porenvolumen des Versuchstandorts an der TU München um 7 Prozent gesteigert werden konnte. Damit einhergehend verringerte sich die Lagerungsdichte des Bodens um 6 Prozent und verbesserte sich die Wasserinfiltration um 96 Prozent. Durch freien Kalk im Boden wird auch die Ton-Schluff-Trennung reduziert und damit die Verschlammungsneigung von schluffreichen Böden unterbunden. Gerade nach Starkregenereignissen besitzen Böden mit gutem Kalkzustand eine geringere Neigung zum Verschlammern.

Schmidt ging auf die verschiedenen Formen der Kalkdünger und deren Wirkungsweise ein. Gesunde Ackerböden mit optimalen Erträgen erfordern eine regelmäßige Kalkdüngung nach Entzug und Auswaschungsverlusten. In einer 3-jährigen Fruchtfolge bestehe somit der Bedarf einer Erhaltungsdüngung von 15 t CaO/ha auf einem Drittel der Fläche.

Am Nachmittag wurden an vier Praxisstationen die Bedeutung von Bodenverdichtungen und deren Bestimmung, das Bodenprofil des Standorts mit seinen Besonderheiten und Bewertung nach Bodenschätzung, die Auswirkungen von Bodenverdichtungen in Abhängigkeit der Ballastierung und des Reifendrucks bei der Bodenbearbeitung, die Bedeutung der Strohzerkleinerung beim Mähdrusch und die Einarbeitung mit verschiedenen Bodenbearbeitungsgeräten demonstriert. Hierfür hatten sich auch mehrere Werksvertretungen mit ihren Produkten eingefunden.

*Dr. Ernst-August Hildebrandt,
aus: LW Hessenbauer/Pfälzer Bauer/
Der Landbote Nr. 37/2016*