



Upgrading the Agricultural Sector
with Skills in Regenerative Agriculture



**Promoting
the global transition
to regenerative food, farming
and land management**

Vortrag 3

RegAg in der Praxis I: Gemüseanbau mit Schwerpunkt Gartenbau

Lektion 2

Geschützter Pflanzenanbau mit Direktsaat

Projekttitle: Aufwertung des Agrarsektors durch Qualifizierung
in regenerativer Landwirtschaft

Projekt-Akronym: RegAgri4Europe

Projektnummer: 2020-1-DE02-KA202-007660

Datum: Januar 2022



Lektion 2: Geschützter Pflanzenanbau mit Direktsaat

In der Regel handelt es sich beim geschützten Pflanzenanbau um die intensivsten Anbaugebiete im Gemüsebau. Hier ist es keine Ausnahme, dass die Böden nach mehreren Jahren aufgrund von Versalzung, Daueranbau, Bodenversauerung, Nährstoffanreicherung, Verdichtung und chemischen Rückständen ausgetauscht werden müssen.

Da die Infrastrukturstarken für geschützte Kulturen viel höher sind, wird die Umstellung von einer Kultur auf die nächste oft durch intensive und häufige Bodenbearbeitung beschleunigt.

Im kleineren Gemüseanbau sowie bei allen Kulturen, die unter Glas- oder Kunststoffabdeckung angebaut werden, sollte die Maximierung der lebenden Wurzeln und der Bodenbedeckung ein integraler Bestandteil der Produktion sein, um das Bodengleichgewicht wiederherzustellen. Um dieses Problem anzugehen, haben wir auf Schloss Tempelhof ein Anbausystem mit geringer Bodenbearbeitung und maximaler Bodenbedeckung entwickelt.

Das System kann in folgende Schritte unterteilt werden

1. Maximierung der Bodenstabilisierung durch lebende Pflanzen
2. Minimale Bodenbeeinträchtigung und direkte Bepflanzung
3. Abdecken des Bodens mit Silagetransfermulch

Maximierung der Bodenstabilisierung durch lebende Pflanzen

Als Bodenbiotechnik wird der Prozess bezeichnet, bei dem Pflanzen und ihre Ressourcen zur Stabilisierung des Bodens eingesetzt werden. Die Kraft der Wurzeln wird zur Stabilisierung und Erhöhung der Festigkeit des natürlichen und künstlichen Bodens genutzt.

Im Herbst, wenn die Sommerkulturen wie Tomaten, Paprika, Auberginen, Chili oder Gurken vollständig geerntet sind, werden die oberirdischen Pflanzen abgeschnitten und auf unseren Komposthaufen gebracht. Die Wurzeln werden zunächst im Boden belassen, um die Struktur zu erhalten und unser Boden-Nahrungsnetz zu nähren. Selbst abgestorbene Wurzeln können eine wichtige Rolle bei der Freisetzung von Stoffwechselprodukten spielen, die zur Ernährung von Organismen in der Rhizosphäre beitragen.¹

Mit minimaler Bodenstörung stellen wir dann unsere Beete von unseren Sommerkulturen, z.B. Tomaten, auf eine Vielfalt von winterharten Salaten um. In unserem Klima, in unbeheizten Gewächshäusern, sind die Pflanzen, die wir im Winter anbauen können, begrenzt. Wir

¹ Watt, M., Silk, W. K. & Passioura, J. B. Rates of Root and Organism Growth, Soil Conditions, and Temporal and Spatial Development of the Rhizosphere. Jahrbücher der Botanik 97, 839-855 (2006).

pflanzen Spinat, Baby-Leaf-Mischungen, Bok-Choi, Portulak, Feldsalat, Mangold und Petersilie. Wir pflanzen unsere Winterkulturen dicht um die Wurzeln der Sommerkulturen herum an und achten darauf, die Bodenstabilisierung durch lebende und tote Wurzeln zu maximieren, um so die organische Substanz des Bodens zu erhöhen und letztendlich den Boden aufzubauen.

Direktsaat/Low till

Wie wir in den vorangegangenen Vorlesungen gelernt haben, ist die Bodenbearbeitung die Hauptursache für Bodenerosion und den Verlust von Oberboden. In einem Artikel: Soil erosion and agricultural sustainability, a review from Data drawn from a global compilation of studies (Bodenerosion und landwirtschaftliche Nachhaltigkeit, ein Überblick über Daten aus einer weltweiten Zusammenstellung von Studien) kommt der Autor zu dem Schluss, dass insgesamt "die pfluglose Landwirtschaft Erosionsraten erzeugt, die viel näher an den Bodenproduktionsraten liegen, und daher eine Grundlage für eine nachhaltige Landwirtschaft bieten könnte.²

So heißt es in einer Erklärung des Natural Resources Conservation Service und des Landwirtschaftsministeriums der Vereinigten Staaten: "Die Bodenbearbeitung ist für die Welt der Bodenorganismen das Äquivalent eines Erdbebens, eines Hurrikans, eines Tornados und eines Waldbrandes, die gleichzeitig auftreten. Einfach gesagt: Bodenbearbeitung ist schlecht für den Boden.³

Viele Studien haben gezeigt, dass die Bodenbearbeitung eine Abwärtsspirale ist, die zu Erosion, unausgewogenen und instabilen Böden führt. Aus diesem Grund haben Direktsaatverfahren ein großes Potenzial für die Regeneration der Landwirtschaft.

So steht auf der Website von Regeneration International: "Direktsaatverfahren ermöglichen eine intakte Bodenstruktur und schützen den Boden, indem sie Ernterückstände auf der Bodenoberfläche belassen. Eine verbesserte Bodenstruktur und Bodenbedeckung erhöhen die Fähigkeit des Bodens, Wasser zu absorbieren und zu infiltrieren, was wiederum die Bodenerosion und den Abfluss verringert und verhindert, dass Verschmutzung in nahe gelegene Wasserquellen gelangt.

² Montgomery, D. R. Bodenerosion und landwirtschaftliche Nachhaltigkeit. Proceedings of the National Academy of Sciences 104, 13268-13272 (2007).

³ Natural Resources Conservation Service & United States Department of Agriculture. Landwirtschaft im 21. Jahrhundert Ein praktischer Ansatz zur Verbesserung der Bodengesundheit. (2011).

Direktsaatverfahren verlangsamen auch die Verdunstung, was nicht nur eine bessere Aufnahme von Regenwasser bedeutet, sondern auch die Effizienz der Bewässerung erhöht, was letztlich zu höheren Erträgen führt, insbesondere bei heißem und trockenem Wetter.

Bodenmikroorganismen, Pilze und Bakterien, die für die Gesundheit des Bodens wichtig sind, profitieren ebenfalls von der Direktsaat. Wenn der Boden ungestört bleibt, können nützliche Bodenorganismen ihre Gemeinschaften bilden und sich von der organischen Substanz des Bodens ernähren. Ein gesundes Bodenbiom ist wichtig für den Nährstoffkreislauf und die Unterdrückung von Pflanzenkrankheiten. In dem Maße, wie sich die organische Substanz des Bodens verbessert, nimmt auch die innere Struktur des Bodens zu, was die Fähigkeit des Bodens erhöht, nährstoffreichere Pflanzen anzubauen.⁴

Auf Schloss Tempelhof ist es unser Ziel, den Übergang von einer Kultur zur nächsten mit minimaler Bodenstörung zu gestalten. Während der Wintermonate ernten wir unsere Winterschnittkulturen, wie z. B. Spinat, 2 bis 4 Mal. Im Frühjahr, wenn die neuen Sommerkulturen bereit sind, gepflanzt zu werden, was in unserem Klima Ende April oder Anfang Mai der Fall ist, ernten wir das Schnittgut ein letztes Mal, anstatt es in den Boden zu pflügen und so den Boden zu stören und den Mineralisierungsprozess zu beschleunigen. Dann wird der Boden mit dem Spaten nur so weit aufgerissen, wie es nötig ist, um unsere Sommerkulturen direkt in die vorhandenen lebenden Pflanzen oder Ernterückstände zu pflanzen.

In den ersten Wochen nach dem Einpflanzen sind die Sommerkulturen wie Tomaten noch klein und benötigen nicht die gesamte Beetfläche. Die Direktbepflanzung gewährleistet eine maximale Bodenbedeckung, da die Wurzeln der Winterkulturen aktiv bleiben und unser Nahrungsnetz im Boden nähren, bis die Sommerkulturen mit ihren eigenen ausgedehnten Wurzelsystemen den Boden übernehmen und wir Mulch auslegen, um den Boden weiter zu bedecken.

Minimaler notwendiger Eingriff

Wie wir aus den vorangegangenen Lektionen gelernt haben, ist die Bodenstruktur und das mikrobiologische Leben kein stagnierender Zustand, sondern vielmehr ein sich entwickelnder und verändernder Prozess. Aus diesem Grund müssen wir uns immer wieder die Frage stellen: Was ist der minimal notwendige Eingriff für diesen Boden zu dieser Jahreszeit?

In den ersten Jahren, in denen wir unser Land bewirtschafteten, war mehr Input in Form von Kompost, Belüftung/Lockerung des Bodens und Düngung erforderlich als in den folgenden Jahren. Je öfter die regenerativen Prinzipien der Erhöhung der Anzahl lebender Wurzeln, der Bodenbedeckung, der Minimierung von Störungen und der Erhöhung der Vielfalt umgesetzt

⁴ Regeneration International (2021). Verfügbar unter: <https://regenerationinternational.org/>. (Zugriff: 14. Dezember 2021)

werden, desto gesünder werden die Böden und desto weniger Input ist erforderlich. Wenn eine gute Bodenstruktur aufgebaut wird und der Humusgehalt steigt, wird unsere Arbeit als Landwirte einfacher und es sind weniger Eingriffe erforderlich.

Zu Beginn unserer minimalen Bodenbearbeitung haben wir den Boden auf allen Beeten vor der Aussaat der Sommerkulturen noch mit einer breiten Gabel gelüftet. Um unserem Bodenmikrobiom auf die Sprünge zu helfen, haben wir außerdem eine 5-8 cm dicke Kompostschicht ausgebracht, bevor wir die wichtigsten Sommerkulturen gepflanzt haben. In den ersten Jahren verwendeten wir Mulchmaterial aus Weidegras, das ein relativ hohes Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis aufweist und in geringem Umfang zusätzlich gedüngt werden musste, um ausreichend pflanzenverfügbare Nährstoffe zu gewährleisten. Wir haben dieses Material in Form von Schafwollpellets in jedes Pflanzloch eingebracht, und zwar in einer Menge von 75 kg N/ha für die Sommerkulturen.

Nach fünf Jahren intensiverer Belüftung, Kompostierung und Mulchen ist der Gehalt an organischer Substanz im Boden in 30 cm Tiefe von etwa 2 % auf über 6,5 % gestiegen. Bei der Betrachtung dieser Werte müssen wir die Menge an organischer Substanz berücksichtigen, die in das System eingebracht wurde, aber es ist klar, dass die Bodenbiologie die organische Substanz in der Tiefe von 0-30 cm, in der die Bodenproben entnommen wurden, aktiv gebunden hat, da wir in unserem Direktsaatsystem den Boden nicht tiefer als ein paar Zentimeter durchmischen.

Im Jahr 2021 erhielt der Boden in unserer geschützten Kultur mit dem von Dr. Andrea Beste entwickelten Bodenanalysetest eine sehr hohe Punktzahl von 93 von 100 möglichen Punkten.

Die Analyse von Dr. Beste wurde entwickelt, um Praktikern eine wissenschaftliche Methode zur Beurteilung der Bodenstruktur an die Hand zu geben, die eine für die Bodenart und den Horizont spezifische Bewertung liefert. (Eine vollständige Beschreibung der Analyse finden Sie im Abschnitt "Zusätzliche Ressourcen").⁵

Angesichts unserer heutigen Bodenstruktur brauchen unsere Böden nicht mehr so viele Eingriffe wie in den ersten Jahren. Nach nunmehr 8 Jahren pflanzen wir unsere Sommerkulturen ohne Belüftung, zusätzlichen Dünger oder größere Kompostgaben in die Vorfrucht.

⁵ Beratung, Analyse und Fortbildung für Politik und Landwirtschaft. Büro für Bodenschutz & Ökologische Agrarkultur Verfügbar unter: <https://www.gesunde-erde.net/>. (Zugriff: 14. Dezember 2021)

Den Boden mit Silagetransfermulch bedeckt halten

Um unser Beispiel fortzusetzen: Nachdem wir unsere Sommerkulturen, wie z. B. Tomaten, direkt in die lebende Wintersalatkultur gepflanzt haben, warten wir einige Wochen, bis die Temperaturen steigen, und legen dann eine Silomulchabdeckung auf.

Wie wir aus dem vorangegangenen Abschnitt über Mulch gelernt haben, isoliert Mulch den Boden und hält extreme Temperaturen ab, was in den heißen Sommermonaten wünschenswert ist, aber er kann auch kalte Temperaturen im Boden isolieren. Um Kälteisolierung im Boden zu vermeiden, lassen wir unsere Winter- und Sommerkulturen etwa 3-4 Wochen lang ohne Abdeckung zusammen wachsen. Idealerweise sollten die Bodentemperaturen 15°C oder mehr betragen. Dies kann dadurch unterstützt werden, dass man die Belüftung vor dem Mulchen 1-2 Wochen lang so weit wie möglich geschlossen hält.

Länger als 3-4 Wochen zu warten, ist jedoch problematisch, da wir zu diesem Zeitpunkt eine Konkurrenz zwischen dem "lebenden Winterpflanzenmulch", der zu diesem Zeitpunkt oft zu blühen und zu säen beginnt, und der wachsenden Sommerpflanze vermeiden wollen.

Sobald die Sommerkulturen mehr Platz, Licht und Nährstoffe benötigen und die Bodentemperaturen gestiegen sind, unterdrückt der Silomulch die Konkurrenz unerwünschter Pflanzen und Unkräuter und hält den Boden bedeckt und feucht. Obwohl wir wollen, dass der Boden feucht gehalten wird, um Probleme mit den Pflanzenstängeln zu vermeiden, lassen wir direkt um die Stängel herum einen kleinen offenen Ring.

In unserer Indoor-Produktion sind wir aus mehreren Gründen dazu übergegangen, Silagmulch aus geschnittenem Weidegras zu verwenden. Erstens werden die Unkrautsamen durch den Fermentationsprozess in der Silage lebensunfähig. Dies ist ein enormer Vorteil, da der Umgang mit Unkrautsamen bei frisch geschnittenem Weidegras eine große Herausforderung sein kann, insbesondere in Kombination mit einem Low-Till-System.

Da die Silage im Herbst vor der Verwendung geerntet wird, sind wir bei der Zeitplanung viel flexibler. Wir müssen nicht riskieren, unsere Weiden im Frühjahr zu früh zu ernten oder auf nassen Feldern zu fahren.

Der letzte große Vorteil, den wir bei der Verwendung von Silagmulch gegenüber Weidegras sehen, ist, dass die Nährstoffe durch den Fermentationsprozess bereits vorverdaut sind und daher von den Pflanzen schneller aufgenommen werden können. Dies führt auch dazu, dass eine viel geringere Menge an Material eingearbeitet werden muss. Anstelle von 20-25 cm Weidemulch mit Silage bringen wir 10-12 cm auf.

Dinge, die beim Mulchen mit Silage zu beachten sind

Verbrennung von Blättern aufgrund von Gasemissionen - dies ist ein wichtiger Punkt. Um Verbrennungen zu vermeiden, lüften wir das Material vor, indem wir unsere Silage 3-4 Tage lang außerhalb des Gewächshauses ausbreiten. Wenn wir die Silage ins Gewächshaus bringen, stellen wir sicher, dass wir sofort wässern und in der ersten Woche häufig lüften.

- Mehrjährige Unkräuter können auch unter Silomulch ein Problem darstellen
- Mögliches Risiko von Mäuse- und/oder Schneckenbefall
- Stickstoffblockade (eine spätere Düngung ist schwierig, wenn der Mulch aufgebracht wurde)
- Verspätete Mineralisierung durch reduzierte Bodentemperatur
- Handjäten oder Nachmulchen kann erforderlich sein, wenn die Zersetzung zu schnell erfolgt.
- Arbeitsaufwand beim Mulchen ca. 5-10-mal höher als bei Kunststoffmulch.

Der Nährstoffgehalt des **Mulchs** sollte bei der Düngeberechnung berücksichtigt werden. Studien zeigen, dass 20-40% des Stickstoffs kurzfristig für die Pflanze verfügbar werden.⁶

In Anbetracht der Düngung durch Silagetransfermulch geben wir keinen weiteren Stickstoffdünger für unsere Kulturen hinzu. Der für die Tomatenkulturen verfügbare Stickstoff aus der Kleegrasilage wird auf 250 kgN/ha geschätzt.

Minimale Bodenbeeinträchtigung

Wenn die Sommertkulturen vollständig geerntet sind, ist es an der Zeit, den Stängel abzuschneiden, damit die Wurzeln im Boden bleiben, und das oberirdische Material aus dem Haus zu holen und auf den Komposthaufen zu bringen.

Der letzte Schritt besteht darin, die minimale Schicht unzersetzen Mulchs in die Wege zu harken und den Wintersalat auf den Beeten zu pflanzen. Mit dieser pfluglosen Fruchfolge können wir unsere Böden das ganze Jahr über entweder mit lebenden Wurzeln oder einer Kombination aus lebenden Wurzeln und Transfermulch bedeckt halten.

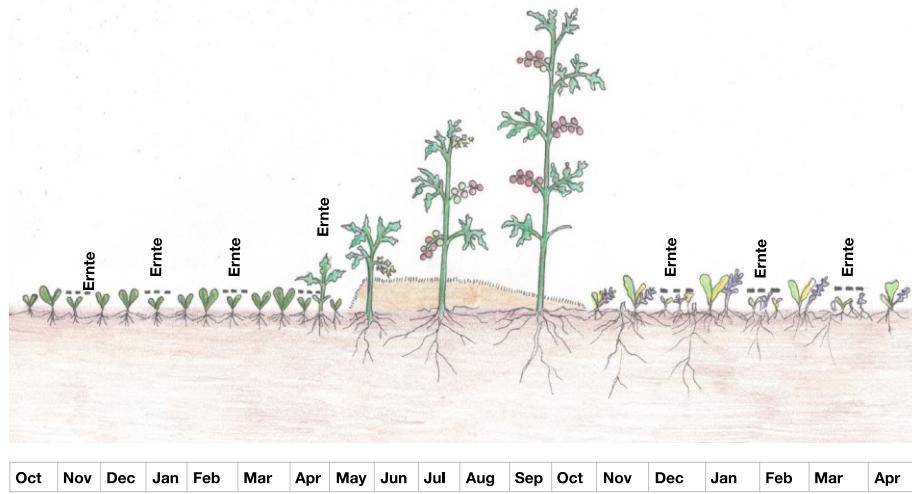
Zusammenfassung

Beim anspruchsvollen geschützten Anbau ist es umso wichtiger, folgende regenerativen Prinzipien zu berücksichtigen:

- Maximierung der Bodenstabilisierung durch lebende Pflanzen

⁶ Samuel Hauenstein & Armelle Rochat & Patricia Schwitter. Transfermulch in Bio-Gewächshäusern. *The Organic Grower*, No-55, Sommer (2021).

- Minimale Bodenbeeinträchtigung
- Bedeckung des Bodens



Wie auf diesem Bild, das einen Überblick über das gesamte Produktionsjahr gibt, zu sehen ist, gibt es Möglichkeiten, produktiv anzubauen und gleichzeitig eine maximale Bodenbedeckung und minimale Bodenstörung zu gewährleisten.

Weitere wichtige Hilfsmittel für den regenerativen Gemüseanbau, auf die wir in dieser Vorlesung nicht eingehen können, finden Sie im Abschnitt "Zusätzliche Ressourcen". Dazu gehören: Zwischenfruchtanbau, die Verwendung von Kompost und Komposttee als Blattspray.

Quellen

Beratung, Analyse und Fortbildung für Politik und Landwirtschaft. Büro für Bodenschutz & Ökologische Agrarkultur Verfügbar unter: <https://www.gesunde-erde.net/>. (Zugriff: 14. Dezember 2021)

Breemen, N. V. & Finzi, A. C. Plant-soil interactions: ecological aspects and evolutionary implications. Pflanzen-induzierte Bodenveränderungen: Processes and feedbacks 1-19 (1998). doi:10.1007/978-94-017-2691-7_1

Dumanski, J. & Peiretti, R. Modern concepts of soil conservation. International Soil and Water Conservation Research 1, 19-23 (2013).

Henzel, Deborah & Finckh, Maria & Junge, Stephan. Einfluss von Zwischenfrüchten und Transfermulch auf die Regenwurmpopulation im ökologischen Kartoffelbau - Influence of green manures and transfer mulch on the earthworm population in organic potato production. (2021).

Marcel G. A. Van Der Heijden, Bardgett, R. D. & Straalen, N. M. V. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. Ecology Letters 11, 296-310 (2008)

Montgomery, D. R. Bodenerosion und landwirtschaftliche Nachhaltigkeit. Proceedings of the National Academy of Sciences 104, 13268-13272 (2007).

Dienst für die Erhaltung der natürlichen Ressourcen. Soil Food Web. NRCS Soils Verfügbar unter:

https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/health/biology/?cid=nrcs142p2_053868. (Zugriff: 14. Dezember 2021)

Natural Resources Conservation Service & United States Department of Agriculture. Landwirtschaft im 21. Jahrhundert Ein praktischer Ansatz zur Verbesserung der Bodengesundheit. (2011).

Ranjan, P., Patle, G. T., Prem, M. & Solanke, K. R. Organic Mulching- A Water Saving Technique to Increase the Production of Fruits and Vegetables. Current Agriculture Research Journal 5, 371-380 (2017).

Regeneration International (2021). Verfügbar unter: <https://regenerationinternational.org/>. (Zugriff: 14. Dezember 2021)

Samuel Hauenstein & Armelle Rochat & Patricia Schwitter. Transfermulch in Bio-Gewächshäusern. The Organic Grower, No-55, Sommer (2021).

Watt, M., Silk, W. K. & Passioura, J. B. Rates of Root and Organism Growth, Soil Conditions, and Temporal and Spatial Development of the Rhizosphere. Jahrbücher der Botanik 97, 839-855 (2006).