



RegAgri4 Europe

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 1 Mulch-Gemüse-System

Projekttitel: Aufwertung des Agrarsektors durch Qualifizierung
in regenerativer Landwirtschaft

Projekt-Akronym: RegAgri4Europe

Projektnummer: 2020-1-DE02-KA202-007660

Datum: Januar 2022



Einführung in die regenerative Gemüseproduktion

Hier ein kurzer Überblick über das Nahrungsnetz des Bodens. Wie wir in den vorangegangenen Lektionen gelernt haben, ist das Bodennahrungsnetz die Gemeinschaft der Organismen, die ihr ganzes Leben oder einen Teil ihres Lebens im Boden verbringen. Es beschreibt ein komplexes lebendes System im Boden und wie es mit der Umwelt, den Pflanzen und den Tieren interagiert.

Unser Nahrungsnetz im Boden ist also eine unendlich wichtige Ressource, und die Verbesserung und Erhaltung seiner Gesundheit ist die Grundlage der regenerativen Landwirtschaft. Aufgrund der Intensität ist der einjährige Gemüseanbau in der Regel sehr belastend für unser Bodennahrungsnetz. Sie erfordert in der Regel massive Bodenbeeinträchtigungen in Form von Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung sowie einen hohen Nährstoffeintrag. Wie also kann der Gemüseanbau regenerativ erfolgen?

Vier Prinzipien der regenerativen Gemüseproduktion

Die vier Grundsätze der Regenerativen Landwirtschaft, die zur Verbesserung und Erhaltung des Nahrungsnetzes im Boden beim Anbau von Kulturpflanzen befolgt werden sollten, lauten wie folgt:

- Den Boden so wenig wie nötig stören
- Den Boden so oft wie möglich bedeckt halten
- Lebende Wurzeln so lange und so häufig wie möglich im Boden halten
(Ziel ist es, die Photosynthese und damit die Wurzelausscheidungen zu maximieren)
- Und schließlich sollten Sie eine möglichst große Vielfalt an Pflanzen anbauen.
(die oberirdische Pflanzenvielfalt steht in direktem Zusammenhang mit der unterirdischen Pflanzenvielfalt)

Studien zeigen, dass die Pflanzenvielfalt den Bodenmikroorganismen eine Vielzahl von Nahrungsmitteln bietet und damit die Vielfalt der Bodenmikroorganismen fördert. Eine vielfältige Population von Bodenmikroorganismen erhöht die Vielfalt der pflanzenverfügbaren Nährstoffpools, was wiederum die Pflanzenvielfalt fördert.^{1,2}

¹ 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

² 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)

Wie kann das Nahrungsnetz des Bodens im Gemüseanbau verbessert und erhalten werden?

Laut Dr. Elaine R. Ingham, die auf der Website des Landwirtschaftsministeriums der Vereinigten Staaten schreibt: "Intensive Bodenbearbeitung löst einen Aktivitätsschub bei Bakterien und anderen Organismen aus, die organische Substanz verbrauchen (und in CO₂ umwandeln), wobei der aktive Anteil zuerst verbraucht wird. Praktiken, die die organische Substanz im Boden aufbauen (reduzierte Bodenbearbeitung und regelmäßige Zugabe von organischem Material), erhöhen den Anteil der aktiven organischen Substanz, lange bevor eine Zunahme der gesamten organischen Substanz gemessen werden kann. Wenn der Gehalt an organischer Substanz im Boden steigt, spielen Bodenorganismen eine Rolle bei der Umwandlung in Humus - eine relativ stabile Form von Kohlenstoff, der über Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte im Boden gespeichert wird.

Die organische Substanz im Boden ist der Speicher für Energie und Nährstoffe, die von Pflanzen und anderen Organismen genutzt werden. Bakterien, Pilze und andere Bodenbewohner wandeln organisches Material um und setzen Nährstoffe daraus frei. Damit beginnt der Nährstoffkreislauf von Kohlenstoff, Stickstoff und anderen Elementen.³

Wenn man sich bemüht, eine Vielfalt von lebenden Wurzeln im Boden zu erhalten und so oft wie möglich zu mulchen, kann die einjährige Landwirtschaft die Gesundheit von mehrjährigen Systemen nachahmen. Daher ist es wichtig, den Boden bedeckt zu halten und mit Deckschichten zu arbeiten. Aber wie man den Boden bedeckt hält, während man einjährige Pflanzen anbaut, ist oft eine Herausforderung.

Ein bewährtes Verfahren, um dies in größerem Umfang zu tun, ist der Einsatz eines Traktor-Mulchsystems. Auf dem Hof Schloss Tempelhof werden alle seit langem gepflanzten Feldfrüchte wie Kohl, Knollensellerie, Lauch, Kürbisse und Kartoffeln gemulcht, um den Boden für die Dauer der Vegetationsperiode zu bedecken. Die Mulchdecke bietet nicht nur einen wünschenswerten Lebensraum für die Mikroorganismen und hält den Boden dunkel und feucht, sondern verringert auch die Verdunstung und das Erosionspotenzial erheblich und steigert gleichzeitig die Erträge und die Gesundheit der Kulturen.

Das von der Universität Kassel initiierte Projekt VORAN, das für die Verbesserung ökologischer Fruchtfolgen mit Transfermulch für ein regeneratives und angepasstes Nährstoffmanagement steht, konzentriert sich auf die Entwicklung bodenregenerierender Verfahren, die in Fruchtfolgen integriert werden können. Im Rahmen des VORAN-Projekts wurden Daten von

³ 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)

drei Betrieben (einschließlich Schloss Tempelhof) gesammelt, um die Erträge und die Bodengesundheit unter verschiedenen Kartoffelproduktionssystemen zu vergleichen. Dabei wurden Parzellen mit betriebsüblichen Kartoffelanbautechniken mit Parzellen mit regenerativen Kartoffelanbautechniken verglichen. Die Ergebnisse des ersten Jahres zeigten, dass in drei Betrieben der durchschnittliche Ertrag an marktfähigen Kartoffeln durch minimale Bodenbearbeitung, Deckfruchtanbau und den Einsatz von Mulch erhöht werden kann. In Anbetracht der anderen Faktoren wie Verbesserung der Bodengesundheit, Erosionsschutz und mehr sind diese vorläufigen Ergebnisse sehr interessant, da sie zeigen, dass die regenerative Landwirtschaft das Potenzial hat, die Erträge zu steigern und gleichzeitig bessere Böden zu schaffen.

Aus dem Artikel: Moderne Konzepte der Bodenerhaltung:

"Die Mulchschicht schafft eine stabile mikrobielle Ökologie und ein Umfeld für biologische Aktivität und isoliert den Boden vor Temperaturextremen und schneller Austrocknung. Die mikrobiellen und makrofaunistischen (Regenwürmer) Populationen ähneln mehr denen natürlicher Böden. Durch ihre Aktivität wird die Assimilation und der Transfer von organischem Oberflächenmulch in tiefere Bodenschichten erheblich verbessert, wobei physikalisch robuste Kanäle geschaffen werden, die das Eindringen und die Verteilung von Wasser in den Boden verbessern.⁴

Die Zunahme der Regenwurmpopulationen, die ein wichtiger Faktor für die Gesundheit des Bodens insgesamt ist, hat in mehreren Studien gezeigt, dass sie in gemulchten Böden stark zunehmen.⁵

In der folgenden Lektion werden wir einen Blick auf die praktischen Werkzeuge und Techniken für den regenerativen Gemüseanbau werfen

Ein Mulch-Gemüse-System auf dem Hof Schloss Tempelhof

Um den weit verbreiteten Mangel an Bodenbedeckung im Gemüseanbau über lange Zeiträume des Jahres zu beheben, haben wir ein einzigartiges Gemüsemulchsystem entwickelt. Das Mulchen löst nicht nur das Problem der Bodenbedeckung, sondern reduziert auch den Bewässerungsbedarf (besonders wichtig bei den zunehmenden extremen

⁴ Dumanski, J. & Peiretti, R. Modern concepts of soil conservation. International Soil and Water Conservation Research 1, 19-23 (2013).

⁵ 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).

Klimabedingungen) und steigert gleichzeitig die Erträge und die Gesundheit der Pflanzen und Böden.

Fast alle unserer 2,5 ha großen Feldgemüsebeete gehen abgedeckt in den Winter. Mitte September bis Ende Oktober säen wir eine Mischung aus Winterroggen mit 20% Wintererbsen und 10% Wicke mit einer Saatmenge von ca. 250 kg/ha. Wir säen mit einem einfachen handgeführten Scheibenstreuer und gehen einfach über unsere Beete. In größerem Umfang kann eine traktorbetriebene Sämaschine für die Aussaat der Winterbegrünung verwendet werden.

Verschaffen wir uns einen Überblick über die Schritte, die wir unternehmen:

1. Belüftung/Lockerung des Bodens
2. Stabilisierung der Bodenstruktur durch Winterbegrünung
3. Flache Bodenbearbeitung
4. Bedecken des Bodens mit Mulch
5. Direktes Einpflanzen in die Mulchschicht

Schritt 1: Belüftung/Lockerung des Bodens

Der erste Schritt ist für uns die Belüftung. Wir führen diese Aufgabe im Herbst durch, da unsere schweren Böden im Frühjahr oft zu feucht für die Bearbeitung sind. Durch die Belüftung wird die Bodenverdichtung verringert, indem Lufttaschen gebildet werden, durch die Wasser, Luft und Nährstoffe in die Wurzelzone gelangen können, wodurch der Boden gesund bleibt. Dies hilft den Wurzeln, tiefer zu wachsen und stärkere und kräftigere Pflanzen zu produzieren.

Um den Boden so wenig wie möglich zu stören, verwenden wir einen Meißelpflug oder einen Keilpflug. Bei einer Beetbreite von 120 cm setzen wir drei Pflugscharen im Abstand von 40 cm ein, die wir im September kurz vor der Aussaat der Winterbegrünung durch unsere Beete ziehen.

Unser Ziel ist es nicht, so tief wie mechanisch möglich zu gehen, sondern nur bis knapp unter die erste Verdichtungsschicht, in unserem Fall etwa 20-25 cm.

Schritt 2: Stabilisierung der Bodenstruktur durch Winterbegrünung

Da wir wollen, dass die Wirkung unserer Bodenbelüftung und -auflockerung erhalten bleibt, ist es wichtig, den mechanisch gelockerten Boden so bald wie möglich mit lebenden Wurzeln biologisch zu stabilisieren. Lebende Wurzeln, z. B. von einer Deckfrucht, gedeihen und wachsen in den gelockerten Boden hinein und verhindern eine weitere Verdichtung und Bodenerosion.

In unserem Klima mit Wintern, in denen die Temperatur gelegentlich kurzzeitig auf -20 Grad sinkt, aber auch über eine Woche lang bei -15 Grad bleiben kann, hat sich Winterroggen als eine der einzigen Pflanzen erwiesen, die unsere strengen Winter überleben. Selbst ein Roggen, der im November gesät wird, nachdem die letzten Gemüsepflanzen geerntet wurden, sorgt noch für eine leichte Bodenbedeckung. In wärmeren Klimazonen sollten vielfältigere Deckfrüchte verwendet werden, um eine Winterabdeckung zu gewährleisten und gleichzeitig eine größere Pflanzenvielfalt zu fördern.

Schritt 3: Flache Bodenbearbeitung

Bis Ende April hat der Roggen eine Länge von 20-50 cm erreicht. Um die Mulchbepflanzung mit minimaler Bodenstörung vorzubereiten, mähen wir die Deckfrucht mit dem Schlegel und arbeiten die Reste nur in der obersten Schicht ein, wobei wir 5-8 cm tief arbeiten. Unsere Bodenfräse ist mit Messern ausgestattet, die in einem Winkel von 90° eingestellt sind, um den Bestand präzise zu unterschneiden. Wir verwenden Stützräder, um sicherzustellen, dass wir nicht tiefer als nötig arbeiten.

Unser Ziel ist es, die Biomasse der Deckfrucht in den Boden einzuarbeiten, so dass ein Kontakt zwischen Pflanzenmaterial und Boden entsteht. Dadurch wird verhindert, dass die Nährstoffe aus der Deckfrucht in Form von Gasen in unsere Atmosphäre entweichen. Um die maximale Menge an Nährstoffen zu erhalten und somit Humus zu bilden, sollte die Pflanzenmasse direkt mit biologisch aktivem Mutterboden vermischt werden. Durch die Kombination von organischen Fragmenten (Pflanzenresten) mit anorganischen Partikeln wie Tonmineralien entstehen so genannte Ton-Humus-Komplexe. Diese Komplexe stabilisieren den Boden gegen Erosion, schaffen günstige Bedingungen für den Luft- und Wasserhaushalt im Porenraum des Bodens und tragen so zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit bei.

Die Auswahl des richtigen Mulchmaterials

Bei der Wahl des Mulchmaterials sind drei Hauptfaktoren zu berücksichtigen.

- Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis
- Struktur
- Nährstoffgehalt

Das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff ist sehr unterschiedlich und wird durch das Material und das Alter des Materials beeinflusst.

- Material mit 15C:1N: neigt zur schnellen Zersetzung und Verdichtung (Beispiel: junges und leguminosenreiches Material)
- Material mit 15-30 N: gilt als ideal (z.B. Gras-Klee im Stadium der Silageernte oder eine Winterroggen-Vegetationsmischung)
- Material mit weniger als 30C:1N: Gefahr der langsamen Zersetzung und der Stickstoffimmobilisierung (Stroh, altes Getreide,)

Die Struktur wird durch die Schnittlänge und das Erntestadium beeinflusst (z. B. führt zu junges und kurzes Material zu Verdichtung und anaeroben Bedingungen; aus diesem Grund sind Pflanzenmischungen, bei denen einige Pflanzen einen hohen N- und andere einen hohen C-Gehalt haben, oft ideal)

Nährstoffgehalt: Der Nährstoffgehalt des Mulchs sollte bei der Berechnung der Düngung berücksichtigt werden.

- Stickstoff: 20-40% werden kurzfristig für die Pflanze verfügbar.
- Phosphor und Kalium: Der Eintrag durch die Zugabe von Mulchmaterial kann kurz- und langfristig erheblich sein.

Die folgende Tabelle stammt aus dem Greenresilient Factsheet: Transfermulch in Bio-Gewächshäusern bietet einen guten Überblick.⁶

Table 1: Overview of different mulch materials and their characteristics

Fresh mulch material type	Required amount (kg/m ²)	Optimal harvest time	Nutrient content and availability	Advantages	Disadvantages
Grass-clover (70:30)	7–9	Early flowering of clover, booting of grasses	<ul style="list-style-type: none"> • High nutrient import due to high amount of mulch material • Relatively high N-availability 	<ul style="list-style-type: none"> • Readily available in most regions 	<ul style="list-style-type: none"> • Highest amount of mulch material needed • Tends to compact when cut too early • Relatively fast decomposition
Pulses, e.g. broad bean	3–4	Flowering	<ul style="list-style-type: none"> • High N-availability • Lower P-contents 	<ul style="list-style-type: none"> • Smallest amount of mulch material needed 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatively fast decomposition
Cereals, e.g. winter rye	4–6	Booting – early heading stage	<ul style="list-style-type: none"> • Highest P-content • Low N-availability 	<ul style="list-style-type: none"> • Slow decomposition • Early harvest in spring possible 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatively high P-values • Possible N-blockage if cut too late
Cereal-Legumes (70:30), e.g. vetch-rye	3–5	Early flowering	<ul style="list-style-type: none"> • Low nutrient import • Relatively high N-availability 	<ul style="list-style-type: none"> • Good structure • Balanced C:N ration • Small amount of mulch material needed 	<ul style="list-style-type: none"> • Rather late harvest
Silage (different mixtures possible)	Depending on crop	Early flowering	<ul style="list-style-type: none"> • Depending on raw material 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibility with application time • Reduced weed import 	<ul style="list-style-type: none"> • Increased gas emissions after application (risk for leaf burning)

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

In unserem Klima werden viele unserer Feldgemüsekulturen im Mai gepflanzt. Ein paar Tage vor der Aussaat mähen und ernten wir unser Weidegras oder unsere Deckfrucht (zum Beispiel eine Mischung aus Roggen, Luzerne, Rotklee und Pinkel).

Bei Pflanzungen vor Mitte April kann es sich negativ auswirken, wenn sie in kalten Nächten unter einer Mulchschicht gepflanzt werden. Der Boden unter der Mulchschicht erwärmt sich nicht so schnell wie der nackte Boden, und nachts kann die Wärmestrahlung des offenen Bodens die Pflanzen vor leichtem Frost schützen (z. B. besonders wichtig bei Frühsommerkürbissen oder Zwiebeln zu beachten)

Ein weiterer wichtiger Punkt, den es zu beachten gilt, ist die Verwendung von samenfreiem Mulchmaterial. Mitte Mai gemähtes Weideland kann bereits so viele Unkrautsamen enthalten, dass die Unkrautbekämpfung während oder nach der Anpflanzung ein großes Problem darstellt. Auf dieses Thema wird später noch eingegangen.

Schritt 4: Abdecken des Bodens mit Mulch

Sobald das Material geschnitten ist, laden wir es mit unserem Futterwagen auf. Wir fahren über unsere vorbereiteten Beete auf dauerhaft angelegten, begrüneten Wegen und verteilen das Mulchmaterial mit den angebrachten Dosierwalzen möglichst gleichmäßig auf den Beeten. Die begrüneten Wege tragen außerdem dazu bei, die Verdichtung auf unseren Beeten zu verringern, wenn wir mit schweren Maschinen darüberfahren.

Wir folgen dem Beet oft mit einer Heugabel, um größere Materialhaufen zu verteilen. Unser Ziel ist es, die richtige Mulchtiefe zu finden, die eine wirksame Unkrautunterdrückung ermöglicht und gleichzeitig mit unserer Anbautechnik vereinbar ist. In wärmeren und feuchteren Klimazonen, in denen die Zersetzungsraten schneller sind, wird eine größere Mulchschicht benötigt, um Unkraut während der gesamten Anbaudauer erfolgreich zu unterdrücken.

Wir verwenden eine Mulchschicht von 12-15 cm. Das ergibt etwa 15-20 Tonnen Trockensubstanz/ha und einen durchschnittlichen Nährstoffeintrag von insgesamt 200-300 kg N/ha, natürlich abhängig von der Art des Mulchs. Noch einmal zur Erinnerung: Wie wir in der Tabelle zuvor gesehen haben, hängen die Düngeeigenschaften des Mulchmaterials von der Art des Materials, dem Alter, der Länge und der Menge ab, die verwendet werden.

Schritt 5: Direkt in die Mulchschicht pflanzen

Sobald das Beet mit einer Mulchschicht bedeckt ist, fahren wir mit unserer Mulchpflanzmaschine über das gemulchte Beet. Mit dem Messer schneiden wir durch die Mulchschicht. Der Schaft hinter dem Messer schlitzt den Boden darunter auf, in den die Pflanzen direkt gesetzt werden. Die Räder drücken dann die Erde und das Mulchmaterial um die Pflanzen herum zurück und sorgen so für einen guten Kontakt zwischen Wurzeln und

Boden. Das Zurückdrücken des Mulchmaterials zur Pflanze hin ist wichtig, um Unkraut in der Pflanzreihe zu unterdrücken.

Nach einer erfolgreichen Mulchbepflanzung ist für den Rest der Vegetationsperiode wenig bis gar keine Pflege mehr nötig. Dabei ist zu beachten, dass Mulch nur einjährige Unkräuter wirksam unterdrückt. Mehrjährige Unkräuter wie Distel, Löwenzahn, Quecke usw. müssen durch den Anbau und/oder eine geeignete Fruchtfolge als Vorbereitung für ein Gemüsemulchsystem eingeschränkt werden.

In unserem Klima wird das Lagergemüse zwischen Mitte September und Mitte November geerntet. Im Idealfall sind die verbleibenden Mulchreste nach der Ernte minimal, aber das kann je nach Regen-/Wärmemenge während der Saison variieren. Nach der Ernte mähen wir alle Pflanzenreste und Mulchreste mit dem Schlegel und beschleunigen so den Zersetzungsprozess.

Anschließend säen wir unsere Winterzwischenfrüchte aus und bearbeiten sie flach, um das Unkraut zu minimieren und die Keimung zu fördern. Diese abschließende flache Bodenbearbeitung stellt außerdem sicher, dass sich die Pflanzenreste und das Mulchmaterial zersetzen, so dass sich die Winterbepflanzung etablieren kann und die Beete für den nächsten Anbauzyklus im Frühjahr bereit sind. Nach der Ernte werden die sich zersetzende Mulchschicht und die Ernterückstände zusammen mit dem Winterroggen und der Wicke flach (4-6 cm) in den Boden eingearbeitet. Mulchen in Verbindung mit einer minimalen Bodenstörung und einem Maximum an lebenden Wurzeln ist ein Instrument mit erheblichem Potenzial für die Regeneration von Böden.

Zusammenfassung

Praktische Fragen, die bei der Einführung dieses Systems zu berücksichtigen sind, sind:

- Dieses System erfordert landwirtschaftliche Geräte, um hohe Arbeitskosten zu vermeiden.
- Wenn Sie in ähnlicher Weise vorgehen, beginnen Sie mit Pflanzen mit:
 - Lange DTM (Tage bis zur Reife)
 - Hoher Nährstoffaufnahme
 - Hohem Wasserbedarf

Wie wir auch im vorangegangenen Beispiel gesehen haben, bietet ein Mulchgemüsesystem vielfältige Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung von 4 der wichtigsten Prinzipien der regenerativen Landwirtschaft.

Die Forschung zeigt, dass diese Prinzipien der regenerativen Landwirtschaft große Auswirkungen auf die Bodenstruktur, das Bodenleben, den Gehalt an organischer Substanz, den Ertrag und die Pflanzengesundheit haben.

Einem Forschungsartikel zufolge erhöht Mulch "die Nährstoffversorgung des Bodens, hält die optimale Bodentemperatur aufrecht, begrenzt die Verdunstung von der Bodenoberfläche, schränkt das Unkrautwachstum ein und verhindert die Bodenerosion. Außerdem trägt es zur Verbesserung der Bodengesundheit bei. Organische Mulche sind billige Materialien; daher sind auch die Kosten für das Mulchen wirtschaftlich.

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).