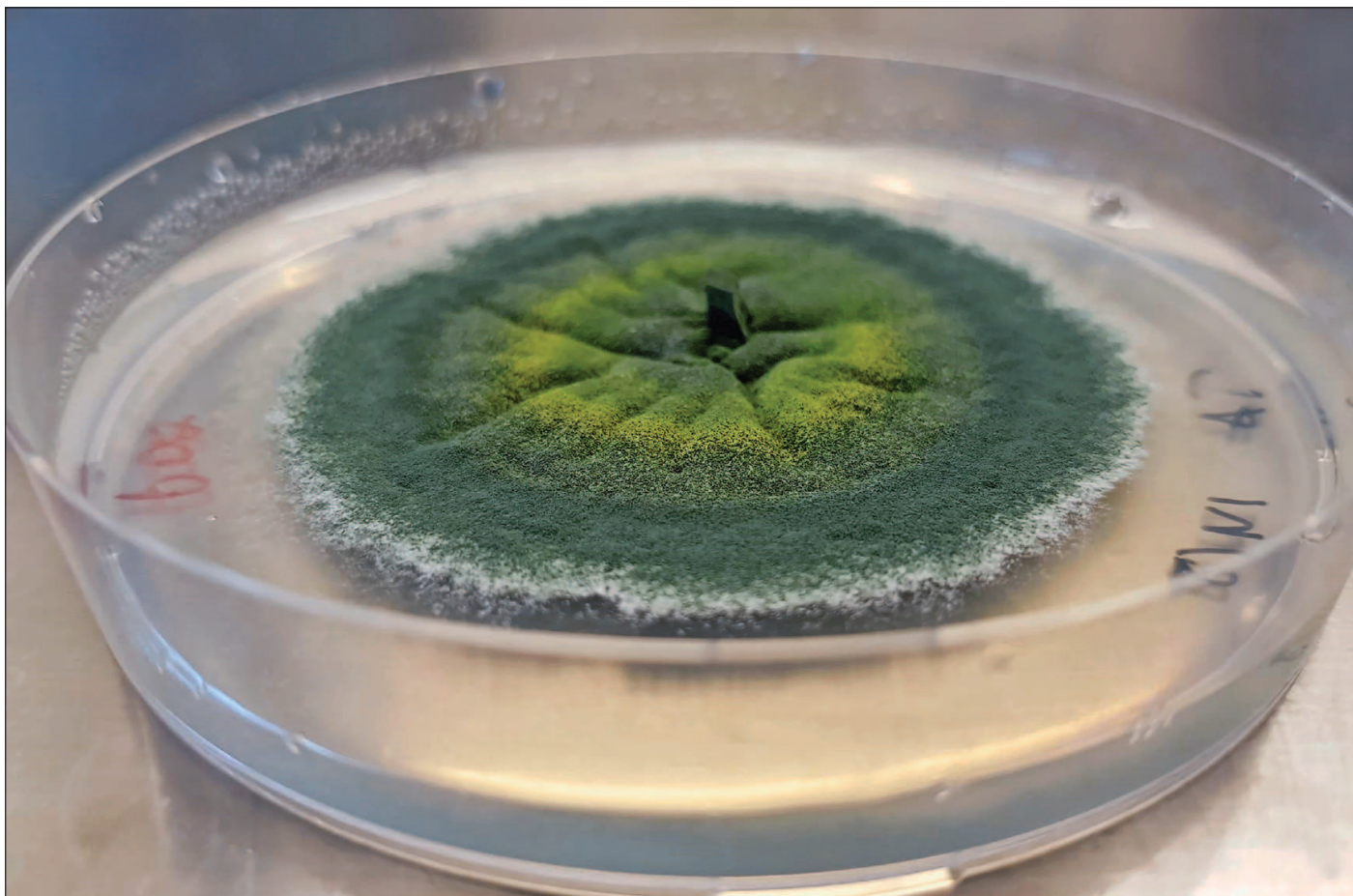


# MIKROORGANISMEN



Nützliche Mikroben können das Wachstum von Pflanzen fördern, indem sie deren Toleranz gegenüber ungünstigen Boden- und Umweltbedingungen erhöhen. (Bild: Sarah Symmaczik, Fibl)

## Tieren, Pflanzen und Menschen in Relation

*Mikroorganismen sind unsichtbar, und doch sind sie die zahlreichsten Organismen der Erde. Sie leben im Boden, in allen Pflanzenteilen, in Tieren und in und auf uns Menschen. Das Mikrobiom vernetzt alle.*

**M**ikroorganismen, effektive Mikroorganismen (EM), Mikrobiom – all dies begegnet uns immer wieder. In Magazinen, welche in Arztpraxen ausliegen, oder bei der Nachbarin im Stall, die EM einsetzt und von der Wirkung schwärmt. Die Begriffe werden häufig verwendet, aber so richtig wissen, was gemeint ist, ist manchmal schwierig.

**W**as sind Mikroorganismen überhaupt? Mikroorganismen sind kleine Lebewesen, die nur unter dem Mikroskop sichtbar sind. Zu ihnen gehören Bakterien, Mikroalgen, Pilze und Viren.

**E**in gesunder Körper beherbergt rund eine Billion (1 000 000 000 000) Mikroorganismen. Das sind etwa zehnmal so viele Mikroorganismen wie es in menschlichen Zellen gibt. Der überwiegende Teil ist für den Menschen harmlos – im Gegenteil, er ist sogar sehr wichtig für die Gesundheit. Der Darm enthält eines der komplexesten Ökosysteme, das Wissenschaftlerinnen überhaupt kennen. Ein einziges Gramm Darminhalt enthält rund 100 Milliarden Mikroben, die durch vielfältige Beziehungen untereinander und mit ihrem Wirt verbunden sind. Sie konkurrieren und kooperieren miteinander, nutzen das reiche Nahrungs-

angebot im Darm, bauen für den Menschen schwer verdauliche Bestandteile in neue Verbindungen um und wirken auf die Gesundheit.

**D**ie Gesamtheit all dieser mikrobiellen Mitbewohner mitsamt ihren Lebensräumen und ökologischen

Funktionen nennen Fachleute Mikrobiom. Gabriele Berg von der Universität in Wien (A) hielt kürzlich im Rahmen der elften Nachhaltigkeitstagung von Agroscope in Zürich-Reckenholz einen Vortrag zu ihrer Forschungsarbeit über das Mikrobiom des Apfels der Sorte «Royal Gala» (siehe Kasten).

**M**enschen besitzen schon von Geburt an ein Mikrobiom, aber es kann gross oder klein sein. In Tansania leben Menschen, die noch Jäger und Sammler sind. Ihr durchschnittliches Mikrobiom hat doppelt so viele Darmbakterien wie das unsere.

Monika Gerlach

### DAS MIKROBIOM UND DER APFEL

Sie gehöre zum einen Prozent der besten Forscherinnen und Forscher auf der Welt. So wurde die Univ.-Prof., Dipl.-Biol., Dr. rer. nat. Gabriele Berg an der Nachhaltigkeitstagung vorgestellt. Berg wurde in Potsdam (D) geboren und ist Biologin, Biotechnologin und Hochschul-lehrerin an der TU Graz. Im Januar hielt sie an der elften Nachhaltigkeitstagung der Forschungsanstalt Agroscope einen Vortrag, in dem sie über ihre viel beachtete Studie über das Mikrobiom von Äpfeln sprach.

«Alle Krisen sind durch das Mikrobiom verbunden», mit dieser Aussage begann sie ihren Vortrag. Das Mikrobiom ist kurz gesagt die Gemeinschaft von Mikroorganismen, die in oder auf allen Organismen existieren. Sie fand gemeinsam mit ihrem Team heraus, dass an die Pflanzen nützliche Bakterien weitgehend «vererbt», also an die nächste Genera-

tion weitergegeben werden, während die Gemeinschaft der Pilze im Mikrobiom stark vom jeweiligen Bodenmikrobiom und somit vom Standort abhängig sind.

Ihr Forschungsobjekt war der Apfel der Sorte «Royal Gala», welcher in Südafrika angebaut und im europäischen Detailhandel verkauft wird. Ein Apfel enthält zirka 100 Millionen Bakterien. Diese leben in und auf dem Apfel, etwa die Hälfte davon stecken in den Samen. Die Domestikation und die Zucht sind wichtige Faktoren, die zu 51 % das Mikrobiom bestimmen. Die andere Hälfte kann man nicht ändern. Wenn man den Apfel aus Südafrika beim Detailhändler in der Schweiz kauft, ist das Mikrobiom kleiner, denn es gibt Verluste durch den Transport und durch die Lagerung. Ein frisch gepflückter Apfel besitzt hingegen ein

grosses Mikrobiom. Vor 1000 Jahren allerdings war das Mikrobiom noch viel grösser. «Die stärksten Treiber sind die intensive Landwirtschaft, Kunstdünger, Pestizide, Mikro- und Nanoplastik, Klimawandel und die Zucht», erläuterte die Forscherin an der Nachhaltigkeitstagung. Sie ist der Auffassung, das viele Krankheiten, die wir heute haben, durch den Schwund des Mikrobioms verursacht werden.

«An apple a day, keep the doctor away», der Spruch, der sagt, dass ein Apfel pro Tag den Arzt fernhält, hat einen wahren Kern, aber nur, wenn der Apfel frisch ist und wenn er aus der Region kommt, wenn es eine alte Sorte ist und wenn die Frucht möglichst biologisch angebaut wurde. Trifft all das zu, dann besitzt er ein grosses Mikrobiom, welches unser eigenes Mikrobiom (im Darm) positiv beeinflusst. *mg*

### DIE REDAKTORINNEN



**Michelle Wüthrich** ist angehende Agrotechnikerin und hat einen Junglandwirt besucht, der in seinem Legehennenstall Effektive Mikroorganismen einsetzt. [redaktion@schweizerbauer.ch](mailto:redaktion@schweizerbauer.ch)



**Monika Gerlach** ist Redaktorin beim «Schweizer Bauer». Sie hat das Dossier geplant und umgesetzt und zu Hause einen EM-Ver-such gestartet. [monika.gerlach@schweizerbauer.ch](mailto:monika.gerlach@schweizerbauer.ch)

# Die Umsätze wachsen stetig

Die Geister scheiden sich. Wirken Effektive Mikroorganismen, oder ist es reine Esoterik? Die EM Schweiz AG wächst jedenfalls.

MONIKA GERLACH

Die Firma EM Schweiz AG ist «ein Baby» von Ueli Rothenbühler, ETH-Agronom und Geschäftsführer des Schweizer Unternehmens mit Sitz in Arni BE, Mühlethurnen BE und in Braunau TG. Es ist 25 Jahre her, als der gelernte Landwirt in der Futtermittelindustrie arbeitete. In den 1990er-Jahren wurden Antibiotika prophylaktisch als Futterzusatz verboten, und man suchte nach Alternativen.

Damals, so erzählt der CEO, hat man mit Milchsäurebakterien und Lebendhefe gearbeitet. «Dann kam so ein hartnäckiger deutscher Kollege. Er erzählte, dass Effektive Mikroorganismen in Holland und in Österreich in der Tierernährung eingesetzt werden», erinnert sich Rothenbühler. Ihm war es nicht fremd, denn in Effektiven Mikroorganismen, auch kurz EM genannt, hat es Milchsäurebakterien und Lebendhefe, und es war damals schon bekannt, dass man diese Probiotika für die Verdauung einsetzt. Ein paar Monate später hat Ueli Rothenbühler EM ausprobiert.

## Erster Einsatz

Es gibt EM als Flüssigvariante oder als Bokashi, das ist eine Silage. Diese Silage hat er mit Weizenkleie gemischt und einem sehr exakt arbeitenden Schweinezüchter zum Einsatz gegeben. «Er hat zu mir gesagt, das wäre das Beste, was ich ihm je gebracht hätte», erinnert sich Rothenbühler an seinen ersten Praxisversuch in der Schweiz. Das Hauptproblem bei dem Züchter sei der Absetzdurchfall bei den Ferkeln gewesen, der danach massiv besser gewesen sei. Diese positive Erfahrung war für Ueli Rothenbühler der Beginn



Ueli Rothenbühler erklärt, dass in Kubitainern Effektive Mikroorganismen angesetzt bzw. vermehrt werden. (Bild: Monika Gerlach)

## PROFESSOR HIGA

Teruo Higa ist ein japanischer Professor für Gartenbau. Er graduierte an der agrarwissenschaftlichen Fakultät der staatlichen University of the Ryukyus und promovierte an der landwirtschaftlichen Forschungsabteilung. 1970 wurde er Dozent und 1972 ausserordentlicher Professor. 1982 übernahm er seine derzeitige Professur für Gartenbau an der agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Ryukyu. Er ist der Erfinder der sog. Effektiven Mikroorganismen. *mge*

einer neuen beruflichen Laufbahn.

Gestartet ist die EM Schweiz AG mit Produkten für die Tierernährung. Nach den Schweinen kamen die Kälber dazu, Silier-

mittel, Güllebehandlung und generell die Fütterung. Irgendwann kamen die Bäuerinnen auf ihn zu, die EM im Garten einsetzen wollten. Das war der Start für den Sektor Bodenaktivierung und Kompostierung. «Das Letzte, was dazugekommen ist, ist die regenerative Landwirtschaft. Da sind wir stark mit dabei», erklärt Rothenbühler die Firmentwicklung. Man sei in ein europäisches Netz eingebunden, organisiere Vorträge oder Workshops vor Ort.

«Das Geheimnis von EM ist: Wir haben aerobe und anaerobe Mikroorganismen drin. Das heisst, das Mittel wirkt und unter beiden Bedingungen – also mit und ohne Sauerstoff. Das gibt es praktisch nicht. Das ist das Einzige von EM», begeistert sich der Agronom. Er verrät, dass Milchsäurebakterien, Hefen und Photosynthese-Bakterien in einem Gleichgewicht zusammen-

gemischt werden, bei dem die einen von Stoffwechselprodukten der anderen profitieren. «Mit EM verdrängen wir Fäulnis. Immer mit dem Gedanken: Gesunder Boden bringt gesunde Pflanzen.» Die Quintessenz von gesunden Pflanzen ist, dass sie Nährstoffe aus dem Boden besser aufnehmen und somit weniger Kunstdünger brauchen – und gesunde Pflanzen brauchen auch weniger Pflanzenschutzmittel.

## Japaner in der Schweiz

Da EM eine japanische Technologie ist, kommt die Frage auf, ob die darin enthaltenen japanischen Mikroorganismen auf Schweizer Boden mit Pflanzen, die für die Schweizer Landwirtschaft gezüchtet wurden, nicht völlig fehl am Platz sind. Aber bei dieser Frage winkt Ueli Rothenbühler ab. «Es ist eine japanische Technologie, aber wir stellen es mit europäischen Mikroorganismen her», erklärt er. «Die Photosynthese-Bakterien gehören zu den ältesten weltweit, die sind ein paar Milliarden Jahre alt und sind sicher schon x-tausend Mal um die Erde herumgelaufen, und der Lactobacillus casei sieht in Japan genau so aus wie in Grönland oder wie in der Schweiz.» Mikroorganismen kommen in der Natur vor, auf Gräsern, auf fruchtbetonten Kulturen oder in alten Badewannen auf der Alp. Früher hat man sie dort gesammelt und angemischt, heute werden sie jedoch im Labor gezüchtet.

«Werden EM in der Fütterung eingesetzt, dann gibt es eine bessere Silage. Damit kommen sie in den Pansen, und wirken dort wie ein Puffer», erklärt der Fütterungsexperte. Die Abbaubarkeit der Fasern wird im Pansen verstärkt und der Zuckerabbau wird gehemmt. Danach erreichen die Mikroorganismen den Dünnarm, wirken dort wie ein Probio-

tikum und gelangen in die Gülle, wo sie verstoffwechselt werden und aufs Land kommen. «Wenn ein Landwirt diesen Prozess begriffen hat, dann setzt er EM wegen der Kaskadenwirkung möglichst weit vorne ein.»

## Esoterische Spinnerei

«Wir sind im Grenzbereich der Wissenschaft, wo bestimmte Dinge noch nicht so ganz erklärt werden können», sagt Rothenbühler. Wenn er mit seinen Kollegen von der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften spreche, und sie im Kopf nicht bereit seien, dann werde es immer noch als esoterische Spinnerei abgetan. Paul Mäder vom FiBL war an einem Versuch mit der Forschungsanstalt VersoScope beteiligt. «EM hatten in einem mehrjährigen Feldversuch keine Wirkung auf Wachstum und die Bodenbiologie», sagt er auf Anfrage. Darauf angesprochen, sagt Rothenbühler: «Sie hatten 37% höheren Ertrag bei der Gerste, haben aber keine statistische Signifikanz hingebracht.» Wie geht das? «Die Standardabweichungen waren zu gross und die Wiederholungen waren zu klein», sagt der CEO. Auch die Uni Lausanne habe eine Untersuchung gemacht, die wiederum statistisch signifikant positive Ergebnisse zeigt, aber sie sei nicht anerkannt worden. Man merkt Ueli Rothenbühler seinen Frust darüber zwar an, aber eigentlich interessiert es ihn nicht, denn seit zehn Jahren geht bei EM Schweiz die Umsatzentwicklung stetig aufwärts. Rund zwei Drittel seiner Kundinnen und Kunden kommen aus der Landwirtschaft, und «den Landwirt interessiert nur, ob es wirkt». Rothenbühler ist überzeugt, geht es in dieser Geschwindigkeit mit dem Wachstum weiter, dann wird sich der Umsatz in den nächsten 20 Jahren um den Faktor fünf erhöhen. Dabei sieht er das grösste Potenzial in der regenerativen Landwirtschaft. Man darf gespannt sein. ●

## Junglandwirt setzt auf EM

Raphael Meier (28) setzt gezielt Effektive Mikroorganismen ein, um nachhaltigen Erfolg zu «ernten».

MICHELLE WÜTHRICH

Der junge Landwirt aus Fisibach AG führt einen Biobetrieb mit 2000 Legehennen und Mutterkühen. Auf seinem Biobetrieb setzt Meier EM sowohl im Pflanzenbau als auch in der Tierhaltung ein. Meiers Inspiration für den Einsatz von EM entstand während seiner Ausbildung zum Landwirt, insbesondere durch die kritische Frage seines Lehrmeisters zur möglichen Umstellung des elterlichen Betriebs auf Bio. Dies markierte einen Wendepunkt, der Meier dazu bewegte die damalige Betriebsstrategie zu überdenken. 2018 erfolgte die Umstellung auf Bio, und er startete die ersten Versuche mit EM.

## Erste Erfahrungen

Die Grassilageproduktion für die Mutterkühe erfolgt auf seinem Betrieb zu 90% aus dem ersten Schnitt. Die bis dahin unterfordrige Silagequalität wollte er durch das Beimengen von Effektiven Mikroorganismen verbessern. Bereits nach dem ersten Versuch hat Meier eine bemerk-



Raphael Meier setzt flüssige EM ein. (Bild: zvg)

wertige Qualitätssteigerung festgestellt, und die Entwicklung von Schimmelpilzen ist verhindert worden. Auch im Liegebereich der Mutterkühe setzte er gegen den Fliegenbefall EM ein.

Nach der Hofübernahme im Jahr 2020 investierte Raphael Meier in den Bau eines Legehennenstalls für 2000 Hennen. Von Anfang an setzte er flüssiges EM ein, das mittels Dosierers direkt in das Futter einflöss. Jährlich bedeutet dies einen Anfall von 250 Litern EM, die dem Futter beigegeben werden. Bei jedem neuen Umtrieb sprüht er ausserdem mit einer Rückenspritze innerhalb

der ersten zwei Wochen die Flüssigkeit über die frischen Strohpellets. Danach erfolgen monatlich ein bis zwei Sprühgaben. Somit soll eine Reduktion der Ammoniakgerüche erreicht werden.

Mit dem Einsatz in der Fütterung verfolgt der junge Landwirt das Ziel, die Darmflora der Hennen zu verbessern und ihre Vitalität zu stärken, was sich folglich durch gesündere Tiere und stabile Leistungen niederschlägt. Nach dem Einsatz im Stall gelangt der Hühnermist auf das Feld, wo er weitere positive Effekte entfaltet. Die Bodenstruktur kann verbessert werden, was wiederum das Wurzelwachstum fördert. Zudem steigt die Nährstoffverfügbarkeit für die Pflanzen, da die Mikroorganismen im Mist organische Materialien zersetzen und in leichter verfügbare Formen umwandeln.

## Strategie für die Zukunft

Meier betont die Wichtigkeit von Tiergesundheit und Betriebsproduktivität. «Solange der Aufwand für den Einsatz von Effektiven Mikroorganismen überschaubar und wirtschaftlich vertretbar ist, werde ich sie weiterhin konsequent einsetzen.» Nebst der Verwendung von EM probiert er auch alternative Methoden wie die Anwendung von Pflanzenkohle aus. ●

## Ein Deziliter pro Tier und Tag

Arthur Netzer ist über 80 Jahre alt und setzt seit dem Jahr 2008 Effektive Mikroorganismen ein. Er schwört darauf.

MONIKA GERLACH

Das Engadin präsentiert sich im Winter ganz anders als im Sommer. Die Tiere sind im Stall und die Touristen auf der Loipe. Der Betrieb von Arthur Netzer liegt im kleinen Bergdorf Tarasp, im Unterengadin, auf zirka 1400 m.ü.M. Obwohl Netzer schon lange pensioniert ist und sein Sohn den Milchvieh- und Kälbermastbetrieb führt, ist der rüstige Alt-Landwirt noch jeden Tag im Stall anzutreffen. Hier stehen 20 Braunviehkühe zur Rechten und zur Linken angebunden, vor ihnen eine gutriechnende Portion Heu. Aber es hat hier auch einen anderen Stallgeruch, der sofort auffällt.

Arthur Netzer zeigt auf seinen Fertigermischer von EM Schweiz. Der 50 Liter fassende Plastikbehälter mit Heizstab ist für die Herstellung von «EM-Aktiv für Nutztiere» gedacht. Zum Ansetzen braucht es 1,5 Liter EM und 1,5 Liter Melasse aus Rohrzucker. Diese mischt Netzer mit 47 Litern Wasser. Um auch noch die richtige Energie vom Mond



Alt-Landwirt Arthur Netzer gibt dem Milchvieh täglich Effektive Mikroorganismen. (Bild: Monika Gerlach)

zu nutzen, verwendet er einen Ansatzkalender. Der Heizstab bringt mit 35 Grad die richtige Temperatur ins Gemisch, sodass sich die Mikroorganismen entwickeln können. Nach einer Woche ist der Prozess abgeschlossen.

Der Alt-Landwirt füllt zwei 1,5-Liter-PET-Flaschen ab und geht damit von Kuh zu Kuh. Pro Tier und Tag gibt er einen Deziliter direkt übers Futter. «Ich habe festgestellt, dass es den Kühen besser geht. Sie geben mehr Milch und haben höhere Fettgehalte, die Gülle stinkt nicht, und ich habe eine geschlossene Grasnarbe und dadurch mehr Futter», erklärt er. Und damit nicht genug

– auch er trinke ab und zu davon, um sich etwas Gutes zu tun. Prompt setzt er die Flasche an und nimmt einen Schluck.

In der Stube erzählt Netzer von seinen Beobachtungen. «Ich hatte immer eine dicke Schicht im Güllekasten, hart wie Beton.» Es sei mühsam gewesen, die Gülle vor dem Ausbringen zu homogenisieren. Heute sei es dank EM anders. Die Gülle entwickelte Luftblasen und rieche gut.

Den Betrieb hat Arthur Netzer seinem Sohn übergeben, der kritisch gegenüber EM ist. Ob er sie auch einsetzen wird, wenn sein Vater mal nicht mehr mag, das lässt er offen. ●

# Einsatz von mikrobiellen Biostimulanzien

**Im Faktenblatt «Mikrobielle Biostimulanzien» vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau steckt viel Interessantes.**

Durch die grüne Revolution im zwanzigsten Jahrhundert wurden Ernteerträge weltweit massiv gesteigert. Das gelang durch den Einsatz von Chemikalien

und durch gezielte Züchtung. Gut belegt durch Studien sind aber auch die negativen Auswirkungen auf die Umwelt durch den jahrelangen Einsatz von Chemikalien. Die Forderungen, an diesem System etwas zu ändern, gibt es schon lange, doch heute – im Angesicht des Klimawandels und von dessen negativen Folgen insbesondere auf den Berufsstand der Land-

wirte und der Winzerinnen – wird das Anliegen stärker gewichtet und lauter vorgetragen. Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL hat sich die Verwendung von Einsatzstoffen auf mikrobieller Basis und die Förderung der mikrobiellen Gemeinschaften als natürliche Methode mit geringen Umweltauswirkungen näher angeschaut, denn dies sei ein

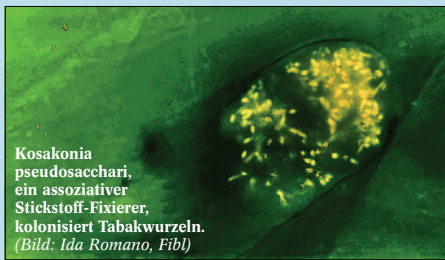
vielsprechender Ansatz, um Agrochemikalien zu reduzieren. Immerhin sind hilfreiche Mikroorganismen im Boden die zahlreichsten Tiere der Erde. Bis heute werden die meisten Nahrungsmittel im Boden und nicht in einer Hydrokultur angebaut. Die regenerative Landwirtschaft setzt genau dort an – am Boden. Sie fördert die Symbiose von Pflanzen und von Bodenbiolo-

gie, indem eine bodenschonende Wirtschaftsweise angewendet wird und es eine dauernde biodiverse Durchwurzelung des Bodens gibt. Hier werden in der regenerativen Landwirtschaft oft Mikroorganismen eingesetzt. Weltweit haben Forscherinnen und Forscher die Wirksamkeit von mikrobiellen Biostimulanzien (organische Zusatzstoffe, aktive natürliche Metaboliten,

nützliche Mikroben) an vielen verschiedenen Nutzpflanzen in den unterschiedlichen Ökosystemen eingehend untersucht. Es gab viele Veröffentlichungen, in denen die Vorteile zusammengefasst sind. «Trotzdem bleibt bei der Anwendung in der Praxis durch die Landwirtinnen und Landwirte die erwartete Wirkung oft aus», schreibt das Forschungsinstitut. *mge*

## MIKROBIELLE BIOSTIMULANZIEN

Mikrobielle Biostimulanzien sind Produkte, die lebende oder inaktive Zellen von wirksamen Bakterien, Pilzen oder Algen einzeln oder in Kombination enthalten. Die enthaltenen Mikroben sind in der Lage, die Rhizosphäre oder das Innere der Pflanzen zu besiedeln. Sie fördern das Wachstum der Pflanzen, indem sie die Aufnahme von Primärnährstoffen verbessern. Mikrobielle Biostimulanzien können auf Böden, Saatgut und Pflanzenoberflächen ausgebracht werden.



**Kosakonia pseudosacchari, ein assoziativer Stickstoff-Fixierer, kolonisiert Tabakwurzeln.** (Bild: Ida Romano, FiBL)

### Stickstoff-Fixierer

Einige Bakterienstämme und Algen sind in der Lage, atmosphärischen Stickstoff (N) in pflanzenverfügbaren Formen wie Ammoniak und Nitrat zu binden. Dieser Prozess wird als biologische Stickstofffixierung bezeichnet. Der Vorgang ermöglicht die Nutzung einiger Mikroorganismen als mikrobielle Biostimulanzien, die als Ersatz für mineralischen N-Dünger dienen können. N-Fixierer lassen sich in drei Gruppen einteilen: freilebende und assoziative Bakterien wie Azobacter und Azospirillum, symbiotische Bakterien und die nicht-symbiotischen N-Fixierer.

Stickstofffixierung bieten Azotobacter-Stämme weitere positive Effekte zur Stimulierung des Wachstums und verbessern die Nährstoffaufnahme der Pflanzen. Das führt zu mehr Wachstum, Ertrag und Qualität bei der Ernte.

### Azospirillum

Unter den assoziativen N-fixierenden Bakterien wurden Azospirillum-Bakterien sehr früh entdeckt. Sie gehören zu den am besten charakterisierten. Die pflanzenwachstumsfördernde Wirkung von Azospirillum wird auf verschiedene Mechanismen zurückgeführt, darunter auf Krankheitsresistenz und auf Trockentoleranz, insbesondere aber auf die biologische Stickstofffixierung (BNF).

### Rhizobien

Es handelt sich um symbiotische, N-fixierende Bakterien,

die an den dazugehörigen Leguminosen für die Bildung von Knöllchen verantwortlich sind. Diese Art von Symbiose trägt zu einem bedeutenden N-Anteil in der Biosphäre bei. Die Wechselwirkung ist interessant, denn Hülsenfrüchte gehören zu den wichtigsten Kultur- und Futterpflanzen der Welt.

### Andere N-Fixierer

Frankia ist für seine Fähigkeit, N-fixierende Wurzelknöllchensymbiosen mit bestimmten Wirtspflanzen zu bilden, gut beschrieben. Azollhaltige mikrobielle Biostimulanzien erhöhen den N-Gehalt z.B. von Reisböden erheblich. Cyanobakterien können sowohl freilebend als auch als Symbionten mit z.B. Flechten vorkommen. Ihr Anteil an der gesamten BNF ist hoch, aber sie sind nur unter N-armen Bedingungen in der Lage, atmosphärisch N zu binden. *mge*

## MAKRONÄHRSTOFFE

Phosphor (P) ist ein wesentlicher Makronährstoff im Boden, der für das Wachstum und für die Entwicklung von Pflanzen notwendig ist. Aber seine Verfügbarkeit ist begrenzt. Daher sind P-Dünger nach den N-Düngern die weltweit am häufigsten eingesetzten Agrochemikalien. Man geht davon aus, dass 20-25% des P-Bedarfs der Pflanzen durch Bakterien und Pilze gedeckt werden. Gut untersuchte Bakterien in Böden sind *Pseudomonas putida* und *Bacillus megaterium*. Die bekanntesten Pilzgattungen sind *Aspergillus*, *Penicillium* und *Trichoderma*. Einige Aktinomyzeten sind ebenfalls für ihre P-lösende Aktivität bekannt und gewinnen aufgrund ihrer Fähigkeit, in extremen Umgebungen zu überleben, zunehmend an Popularität. Kalium (K) ist ebenfalls ein wichtiger Makronährstoff für die Pflanzenentwicklung. Von Natur aus ent-

halten Böden grosse Mengen an K, aber nur 1 bis 2% davon sind für die Pflanzenaufnahme verfügbar. Bakterien, Pilze und Aktinomyzeten können mit Hilfe verschiedener chemischer Reaktionen K im Boden lösen. Arbuskuläre Mykorrhizapilze sind Symbionten. Sie gehen Verbindungen mit den Wurzeln von mehr als 80% aller Landpflanzen ein, einschliesslich der meisten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Die Pilze stellen ein grundlegendes Bindeglied zwischen Pflanzen und mineralischen Nährstoffen im Boden dar. Sie erhöhen nachweislich die Aufnahme der Pflanze insbesondere von P und Zn, tragen aber auch zur Aufnahme von N, K, Magnesium, Kalzium und Schwefel bei. Mykorrhiza sind Pilze, welche die Nährstoffaufnahme von Bäumen durch die Mobilisierung von Nährstoffen aus organischen Verbindungen verbessern. *mge*



**Bei den Lupinen links wurden Rhizobienprodukte eingesetzt, auf dem rechten Streifen nicht.** (Bild: Christine Anken, FiBL)

## EINSATZGEBIETE

Der Einsatz mikrobieller Biostimulanzien gewinnt im Ackerbau zunehmend an Bedeutung. Die Ausbringung von Rhizobien hat im Leguminosenanbau bereits eine lange Tradition. Aufgrund der Wirtsspezifität von Rhizobien sind kultur- und umweltspezifische Beimpfungen von grosser Bedeutung für den Anbau nicht-heimischer Leguminosen wie Soja oder in Böden mit einer geringen Population wirksamer Rhizobien. FiBL-Versuche zeigten, dass die Wahl wirksamer, auf dem Markt erhältlicher Einsatzstoffe eine Voraussetzung für stabile Erträge und Proteingehalte im Biosoja-Anbau ist. Auch in Ackerkulturen gewinnen mikrobielle Biostimulanzien an Bedeutung. Der Einsatz von Azospirillum in Kombination mit anderen mikrobiellen Stämmen zeigte positive Ergebnisse in verschiedenen Kulturen: Mit *Pseudomonas* wurde der Korntrag von Mais und von Baumwolle erhöht, mit *Azotobacter* der Ertrag von Perlhirse, Sorghum und Reis und mit *Arthrobacter* und einem P-lösenden Bakterienstamm der Korntrag von Gerste. Ein weiterer Einsatzbereich von mikrobiellen Biostimulanzien ist die Renaturierung von Ökosystemen, z.B. bei Wiederbegrünung von Böden, die von Wüstenbildung betroffen sind. *mge*

# Wie viel Treibhausgase entstehen bei der Flächenrotte?

**Haben Effektive Mikroorganismen einen Einfluss auf Lachgasemissionen? Ein Feldversuch ging genau dieser Frage nach.**

MAIKE KRAUSS  
SEBASTIAN RIEDER  
FRANZ CONEN\*

Mit dem Aufkommen der Flächenrotte im regenerativen Anbausystem stellte sich am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) die Frage, was dies im Rahmen des Klimaschutzes bedeutet. Aus der Erfahrung heraus ist die Einarbeitung von pflanzlichem Material in den Boden ein kritisches Moment, da den Bakterien im Boden plötzlich viel leicht verfügbarer Stickstoff und Kohlenstoff zur Verfügung steht, was hohe Lachgasemissionen auslösen kann. Der Frage nachgehend, wurde 2022 ein Feldversuch lanciert, bei dem unterschiedliche Behandlungen mit einer Klee-gras-Gründung (Abfuhr vs. Mulchen vs. Mulchen mit Rottelenker von EM Schweiz) mit je zwei Einarbeitungsmethoden (Fräse 5cm vs. Pflug 20cm) kombiniert wurden. Die Arbeiten wurden von Bio Suisse, Stiftung Sur la Croix und mit EU-Mitteln aus dem Interreg-Projekt «Kli-



**Treibhausgas-Messung beim FiBL-Versuch.** (Bild: Maike Krauss)

maCrops» finanziert. Als System wurde die Flächenrotte mit einer Schnittnutzung vor Pflügen und mit allen Varianten dazwischen

vor der Saat von Silomais im April getestet. Es wurden im Abstand eines Jahres Humusvorräte im Oberboden präzise

beprobt, und Lachgas sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden gemessen. Das Jahr war geprägt von Trockenheit und von einem mil-

den Winter. Die Gründung brachte zu wenig Biomasse und wurde ca. kniehoch bei optimaler Bodenfeuchte eingearbeitet. Dabei wurde die Gründung im Flächenrotteverfahren mit Rottelenker präzise besprüht, gemulcht und wieder besprüht. Im Mulchverfahren wurde der Rottelenker weggelassen, es wurde im Schnittnutzungsverfahren gemäht, und das Klee-gras wurde abgefahren. Im Anschluss daran wurde alles sofort entweder mit der Fräse oder mit dem Pflug eingearbeitet.

### Herausforderungen

Der zweite Fräsengang konnte wegen einsetzendem Regen erst nach fünf Wochen mit anschließender Saat des Maises Mitte Mai erfolgen. Dieser entwickelte sich im Pflugverfahren besser. Eine leichte Schmierrschicht zeigte, dass das Fräsen trotz Abwarten guter Verhältnisse in einem Stundenboden herausfordern ist. Die Änderung der Humusvorräte in 0 bis 20 cm Boden zeigten innerhalb des Test-Jahres eine hohe Streuung und keinen eindeutigen Trend. Während der Flächenrotte gab es erhöhte CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Fräse im Vergleich zum Pflug und keinen Unterschied beim Lachgas. Aufsummiert über den gesamten

Anbau des Silomaises gab es hingegen ca. 20% weniger Lachgas, wenn die Gründung abgefahren wurde, im Vergleich zu den beiden Mulchverfahren (mit/ ohne Rottelenker) und, ohne statistisch signifikant zu sein, bis zu ca. 15% weniger Lachgas, wenn das gemulchte Material zusätzlich mit Rottelenker behandelt worden war.

### Weniger Emissionen

Die Art und die Tiefe der Bodenbearbeitung spielte beim Lachgas überraschenderweise keine Rolle. Die Lachgasemissionen waren mit 1,0 bis 1,4 kg N<sub>2</sub>O-N pro Hektar allgemein auf einem geringen Niveau und spiegelten die trockene Witterung im Sommer wider. In den gepflügten Parzellen war der Silomaisertrag um 25 bis 30% höher als in den gefrästen.

Die Gründungsbewirtschaftung hatte keinen Einfluss auf den Ertrag. In diesem Versuch und in dem eher trockenen Jahr boten die Schnittnutzung der Gründung hinsichtlich Klimaschutz und die Einarbeitung mit dem Pflug hinsichtlich Produktivität folglich die besten Resultate.

\*Maike Krauss, FiBL; Sebastian Rieder, Masterstudent; Franz Conen, Uni Basel