

## **Wirkungen von ‚Effektiven Mikroorganismen EM‘ auf pflanzliche und bodenmikrobiologische Parameter im Feldversuch**

### **Effects of ‚Effective Microorganisms EM‘ on plant and microbiological parameters in a field experiment**

J. Mayer<sup>1</sup>, S. Scheid<sup>1</sup>, F. Widmer<sup>1</sup>, A. Fließbach<sup>2</sup> und H.-R. Oberholzer<sup>1</sup>

**Keywords:** soil fertility, plant nutrition, effective microorganisms

**Schlagwörter:** Bodenfruchtbarkeit, Pflanzenernährung, Effektive Mikroorganismen

#### **Abstract:**

*The effectiveness of the bio-fertilizer ‚Effective Microorganisms‘ (EM) was investigated in a four years field experiment (2003-2006) at Zürich, Switzerland. The experiment was arranged to separate the effect of the microorganisms in the EM treatments (Bokashi and EMA) from its substrate (sterilized treatments). Crop yields and soil microbiological parameters as soil respiration and microbial biomass were determined. The EM treatments showed no effect on yield and soil microbiology which were caused by the EM microorganisms. Observed effects could be related to the effect of the carrier substrate of the EM preparation. The sampling time showed stronger effects on soil microbial biomass (SIR) and soil respiration compared to the effect of the treatments. Hence ‚Effective Microorganisms‘ will not be able to improve yields and soil quality in mid term (3 years) in organic arable farming.*

#### **Einleitung und Zielsetzung:**

Das aus Japan stammende Präparat „Effektive Mikroorganismen“ (EM) ist in seiner Anwendung im ökologischen Landbau weit verbreitet. Die vom Hersteller empfohlenen Anwendungsgebiete des aus ca. 80 verschiedenen Mikroorganismen zusammengesetzten Präparates (Angaben der Hersteller <http://www.em-shop-schweiz.ch>) umfassen u. a. die Bereiche Tiergesundheit und -ernährung, Wirtschaftsdüngeraufbereitung, Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenbau. Praktiker berichten über deutlich positive Wirkungen des Präparates in der Landwirtschaft. Allerdings finden sich in der wissenschaftlichen Literatur nur wenige Hinweise, die eine breite Wirkungsweise von „EM“ belegen. Studien über Wirkungen im Ackerbau unter mitteleuropäischen Klimabedingungen fehlen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Auswirkungen einer mehrjährigen Anwendung von „Effektiven Mikroorganismen“ auf den Pflanzenertrag sowie bodenmikrobiologische Parameter unter Feldbedingungen zu untersuchen.

#### **Methoden:**

Auf einer nach den Richtlinien der BioSuisse bewirtschaftenden Fläche der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART in Zürich (Regosol, schwach verbraunt, 8,5°C, 1042 mm) wurde von 2003 - 2006 ein Feldversuch (Blockanlage, 4 Wdh.) angelegt und verschiedene EM-Präparate und Präparatkombinationen ausgebracht (Tab. 1). Die Bokashi-Applikation und die erste EMA-Spritzung erfolgten zur Saat, die weiteren Spritzungen ab Vegetationsbeginn gleichmäßig verteilt bis zur Blüte bzw. nach den Schnitten bei Luzerne. Um die Wirkung der Mikroorganismen im Präparat von derjenigen der Trägersubstanz unterscheiden zu können, wurde neben der

---

<sup>1</sup>Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz, [jochen.mayer@art.admin.ch](mailto:jochen.mayer@art.admin.ch)

<sup>2</sup>Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz

Kontrolle ohne EM-Behandlung jedem EM-Verfahren eine Kontrolle mit dem autoklavierten EM-Präparat gegenübergestellt.

Tab. 1: Verfahren des EM-Feldversuches. Bok = Bokashi (EM-Mikroorganismenkonzentrat + Zuckerrohrmelasse + Weizenkleie, fermentiert), Sp = Spritzung mit EMA (EM-Mikroorganismenkonzentrat + Zuckerrohrmelasse + H<sub>2</sub>O, fermentiert), RM = Rottemist, au = autoklaviert.

Nr.	Verfahren	EM-Bokashi <sup>1</sup>	EMA Spritzung <sup>1</sup>	Rottemist <sup>1</sup>
1	Kontrolle	-	3 x Wasser	-
2	Bok+Sp	3 t ha <sup>-1</sup>	3 x	-
3	Bok+Sp au	3 t ha <sup>-1</sup> au	3 x au	-
4	Sp	-	3 x <sup>2</sup>	-
5	Sp au	-	3 x au <sup>2</sup>	-
6	Bok+Sp+RM	3 t ha <sup>-1</sup>	3 x	10 t ha <sup>-1</sup>
7	Bok+Sp+RM au	3 t ha <sup>-1</sup> au	3 x au	10 t ha <sup>-1</sup>

<sup>1</sup>Applikationen bzw. Mengen pro Jahr <sup>2</sup>2003 zusätzliche EM-Beizung des Kartoffelpflanzgutes.

Folgende Kulturen wurden im Versuchszeitraum angebaut: 2003 Kartoffeln, 2004 W-Gerste, 2005 Luzerne und 2006 W-Weizen. Neben den Ernteerträgen wurden die bodenmikrobiologischen Parameter mikrobielle Biomasse mit den Methoden „Substratinduzierte Respiration“ (SIR) und „Chloroform-Fumigations-Extraktion“ (CFE) sowie die Bodenatmung bestimmt. Die Bodenprobenahmen (0-20cm) erfolgten im März 2005, im Oktober 2005 jeweils kurz vor und nach der Ausbringung der EM-Präparate und im März 2006.

## Ergebnisse und Diskussion:

### Erträge

Die Erträge der nicht autoklavierten EM-Verfahren 2, 4 und 6 waren mit Ausnahme des Verfahrens 2 bei Kartoffeln (2003) tendenziell erhöht verglichen mit den Erträgen der Kontrolle (Verfahren 1) (Tab. 2).

Tab. 2: Hauptfruchterträge der Jahre 2003 bis 2005 (Mittelwerte).

Nr.	Verfahren	Kartoffeln 2003	W-Gerste 2004	Luzerne 2005 <sup>1</sup>
		(dt FM ha <sup>-1</sup> )	(dt FM ha <sup>-1</sup> )	(dt TS ha <sup>-1</sup> )
1	Kontrolle	274	29,5	140
2	Bok+Sp	270	40,0	145
3	Bok+Sp au	269	38,0	144
4	Sp	333	33,0	146
5	Sp au	306	28,8	138
6	Bok+Sp+RM	303	36,3	151
7	Bok+Sp+RM au	290	37,5	147

<sup>1</sup>Summe von 4 Schnitten

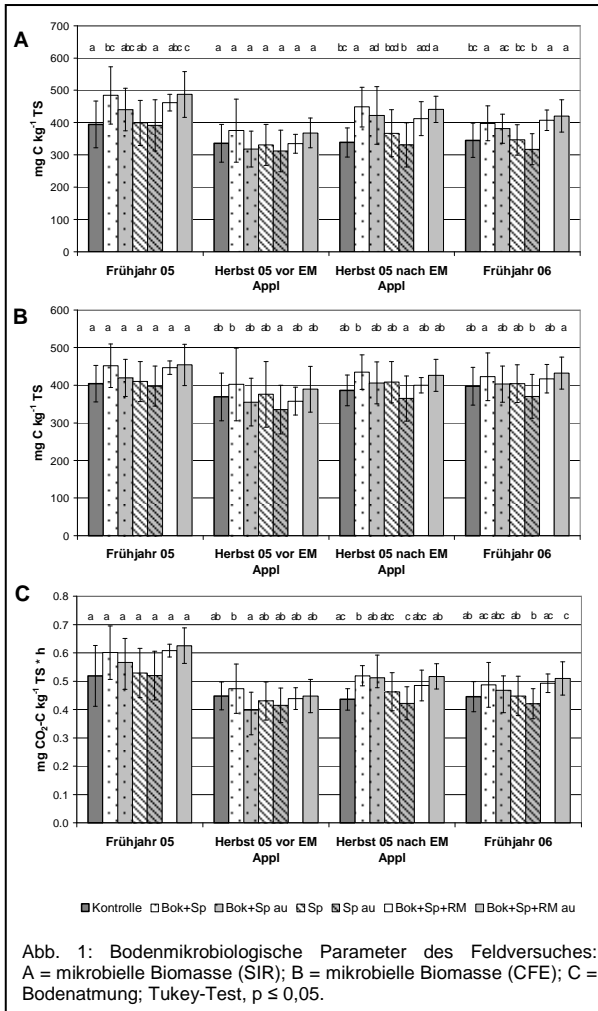
Am deutlichsten fielen die Unterschiede im zweiten EM-Applikationsjahr (2004) bei Gerste aus. Das Verfahren 2 zeigte mit einem Mehrertrag von 36% die größte Differenz zur Kontrolle (Verfahren 1), gefolgt vom Verfahren 6 mit einer zusätzlichen Rottemistapplikation (23%). Für das Verfahren 4 (reine EM-Spritzung) konnten die kleinsten Unterschiede beobachtet werden (12%). Trotz der vergleichsweise hohen Ertragsunterschiede waren diese nicht signifikant. Dies zeigte sich auch im Jahr 2003 für Kartoffeln und im Jahr 2005 bei Luzerne. Der Vergleich des jeweiligen Verfahrens mit seiner autoklavierten Kontrolle (2 vs. 3; 4 vs. 5; 6 vs. 7) zeigte ebenfalls keine Unterschiede. Mit dem Bokashi wurden den Flächen erhebliche Nährstoffmengen zugeführt (Verfahren 2, 3, 6 und 7). Die Nährstoffzufuhr betrug 401 kg N, 16 kg P, 33 kg K und 7 kg Mg pro ha und Jahr. Die potenziellen Ertragsdifferenzen zwischen

den Verfahren 2, 3, 6 und 7 und der Kontrolle (Verfahren 1) dürften deshalb Effekte aufgrund der Nährstoffzufuhr mit der Trägersubstanz Bokashi sein. Die Unterschiede zwischen den Verfahren 4 und 5 und der Kontrolle (Verfahren 1) lassen sich durch standortbedingte Unterschiede des Humusgehalts des Bodens der Versuchsanlage erklären (vergleiche Tabelle 3).

### Bodenmikrobiologische Parameter

Die bodenmikrobiologischen Parameter zeigten eine ähnliche Differenzierung zwischen den Verfahren wie die Hauptfruchterträge. Generell wiesen die Parameter mikrobielle Biomasse (SIR) (Abb. 1 A) und mikrobieller Biomasse-C (CFE) (Abb. 1 B) sowie die Bodenatmung (Abb. 1 C) der Verfahren 2 und 6 erhöhte Werte gegenüber der Kontrolle (Verfahren 1) und dem Verfahren 4 auf. In einzelnen Fällen waren diese Unterschiede signifikant. Die mikrobielle Biomasse (SIR) differenzierte am deutlichsten bei den Probenahmen im Frühjahr 05 und 06 sowie im Herbst 05 nach der Applikation der verfahrensspezifischen Zugaben, die mikrobielle Biomasse (CFE) und die Bodenatmung dafür nur bei den beiden Herbstbeobachtungen und Frühjahr 2006.

Das Verfahren 4 (Spritzung mit EMA) hatte keinen Einfluss und zeigte Werte für alle Parameter durchweg



in der Größenordnung der Kontrolle (Verfahren 1).

Bei der Beprobung im Herbst 2005 vor der EM-Applikation und im Frühjahr 2006 wurde nur zwischen den Verfahren 2 und 3 und für den Parameter Bodenatmung ein signifikanter Unterschied beobachtet. Für alle anderen Parameter und Probenahmetermine unterschieden sich die Verfahren nicht. Die statistische Auswertung der Daten (ANOVA) unter Berücksichtigung des Faktors autoklaviert / nicht autoklaviert ergab keinen signifikanten Unterschied. Dies lässt analog zu den Ertragsdaten darauf schließen, dass der durch Mikroorganismen begründete Effekt des EM-Präparates sehr klein ist und die beobachteten Effekte auf das Trägersubstrat zurückzuführen sind.

Generell war für die Parameter mikrobielle Biomasse (SIR) und Bodenatmung zu beobachten, dass die Unterschiede zwischen den Probenahmeterminen größer ausfielen als zwischen den Verfahren.

Tab. 3: Korrelationen der untersuchten bodenmikrobiologischen Parametern und Hauptfruchterträgen mit den  $C_{org}$  und Tongehalten der Parzellen der Versuchsanlage;  $n = 28$ ;  $p \leq 0,05$ .

	Bodenmikrobiologische Parameter			Hauptfruchterträge		
	Bodenatmung	BM <sup>1</sup> (SIR)	BM-C (CFE)	Kartoffeln <sup>2</sup>	W-Gerste	Lu- zerne
	$r^2$			$r^2$		
<b><math>C_{org}</math></b>	0,80 – 0,90 <sup>3</sup>	0,84 – 0,90	0,91 – 0,95	0,22 n.s. <sup>4</sup>	0,76	0,81
<b>Ton</b>	0,68 – 0,80	0,63 – 0,76	0,71 – 0,87	0,28 n.s.	0,78	0,75

<sup>1</sup>BM = mikrobielle Biomasse; <sup>2</sup>Trockenjahr 2003; <sup>3</sup>Bereich der 4 Probenahmetermine; <sup>4</sup>n.s. = nicht signifikant.

Der  $C_{org}$ - und der Tongehalt in der Feldversuchsanlage zeigen eine enge Korrelation zu den Erträgen und den bodenmikrobiologischen Parametern. Die Korrelationsanalyse ergab sehr hohe signifikante Korrelationen an allen Probenahmeterminen ( $r^2 = 0,80 - 0,95$ ) zwischen dem  $C_{org}$ -Gehalt und dem mikrobiellen Biomasse-C (CFE), der mikrobiellen Biomasse (SIR) und der Bodenatmung (Tab. 3). Für den Tongehalt wurden geringere signifikante Korrelationen im Bereich von  $r^2 = 0,63 - 0,87$  ermittelt (Tab. 3). Dies lässt den Schluss zu, dass die beobachteten tendenziellen Unterschiede zwischen den autoklavierten und nicht autoklavierten Verfahren stark durch Bodenfaktoren beeinflusst waren und die beobachteten Effekte des EM-Präparates (Bodenatmung, Verfahren 2 und 3) geringer sein dürften.

### Schlussfolgerungen:

Die dreijährige Anwendung verschiedener Aufbereitungen von „Effektiven Mikroorganismen“ im ökologischen Ackerbau zeigte unter mitteleuropäischen Klimabedingungen keine Effekte, die auf die Mikroorganismen des Präparates zurückzuführen waren. Die beobachteten Effekte auf Hauptfruchterträge sowie bodenmikrobiologische Parameter waren auf das jeweilige Trägersubstrat des Präparates, vor allem auf die Nährstoffzufuhr über Bokashi, zurückzuführen. Die jahreszeitlichen Einflüsse verursachten bei den bodenmikrobiologischen Parametern größere Unterschiede als die Verfahrenseffekte.

### Danksagung:

Wir danken Andrea Bonvicini und Susanne Müller für die Durchführung der bodenmikrobiologischen Untersuchungen sowie Ernst Brack und Robert Richli für die Betreuung des Feldversuchs. Der Bionova-Hygiene GmbH sei für die Bereitstellung der EM-Präparate gedankt.