

# Einfluss von effektiven Mikroorganismen (EM) auf Ertrags- und Qualitätsparameter bei Tafeläpfeln unter biologischen Anbaubedingungen

MARTIN FILIPP, ANDREAS SPORNBERGER, HERBERT KEPPEL und RENATE BRUNMAYER

Universität für Bodenkultur Wien  
Institut für Garten-, Obst- und Weinbau  
A-1180 Wien, Gregor-Mendel-Straße 33  
E-mail: martin.filipp@boku.ac.at

*In einem dreijährigen Versuch (2005 bis 2007) wurde bei der Apfelsorte 'Arlet' die Wirkung des Pflanzenstärkungsmittels EMa<sup>®</sup> (effektive Mikroorganismen, EM) auf verschiedene Ertrags- und Qualitätsparameter sowie das Lagerverhalten untersucht. Der Versuchsstandort lag in der Steiermark östlich von Graz und wurde nach den Richtlinien des biologischen Anbaus bewirtschaftet. Durch die Behandlung mit EM wurde ein Befall durch Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) in einem Versuchsjahr signifikant reduziert. Auf Grund des geringen Krankheits- und Schädlingsdrucks im Untersuchungsjahr 2007 waren weitere Untersuchungen zum Einfluss von EM-Behandlungen auf die Pflanzengesundheit nicht möglich. Die mit EM behandelten Bäume wiesen signifikant größere Stammquerschnittsflächen und größere Früchte auf, jedoch war beim Einzelbaumertrag kein Unterschied feststellbar. Bei der EM-Variante wurde eine höhere Anzahl an Kernen in den Früchten nachgewiesen. Ein Einfluss auf das Lagerverhalten wurde nicht beobachtet. Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse ist eine Anwendung von effektiven Mikroorganismen dort sinnvoll, wo ein stärkeres Wachstum erwünscht ist, z. B. in Baumschulen oder auf Nachbauflächen.*  
**Schlagwörter:** effektive Mikroorganismen, biologischer Anbau, Apfel, Ertrag, Qualität

*Influence of effective microorganisms (EM) on yield and quality in organic apple production. In a three-year field experiment (2005 to 2007) the effects of the plant strengthening agent EMa<sup>®</sup> (effective microorganisms, EM) on yield, fruit quality and storage behaviour were tested with the apple variety 'Arlet'. The orchard was located in the surroundings of Graz in Styria, Austria, and cultivated according to guidelines of organic production. In the year 2006, EM treatment showed a significantly lower apple scab infection. Due to the low disease and pest pressure no significant differences between variants could be detected in the year 2007. After three years the EM-treated trees showed a significantly higher growth and yielded bigger fruit, but no differences could be detected with the parameter yield per tree. Because of the significantly thicker trunk diameters the specific yield of the EM variant was correspondingly lower than in the control. An effect on fruit quality and on storage behaviour could not be observed. The amount of seeds in EM-treated apples was significantly higher than in the control group. On the basis of these results the application of effective microorganisms can be conceivable in situations where strong growth is desired, like in nurseries and when replanting orchards.*

**Keywords:** effective microorganisms, organic production, apple, yield, quality

*L'influence de microorganismes efficaces (EM) sur les paramètres de rendement et de qualité des pommes de table dans des conditions de culture biologique. Les effets du fortifiant pour plantes EMa<sup>®</sup> (microorganismes efficaces, EM) sur les différents paramètres de rendement et de qualité ainsi que sur le comportement au stockage de la variété de pommes 'Arlet' ont été examinés au cours d'un essai de trois ans (de 2005 à 2007). La culture expérimentale se situait en Styrie, à l'est de Graz, et était exploitée conformément au cahier des charges de la culture biologique. Suite au traitement par EM, l'infestation par la tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*) a été réduite de manière significative au cours d'une année d'essai. La faible pression des ravageurs et des maladies au cours de l'année d'essai*

2007 n'a pas permis de réaliser d'autres essais en vue de déterminer l'influence des traitements par EM sur la santé des plantes. Les arbres traités par EM présentaient des sections transversales significativement plus importantes et des fruits plus grands, mais aucune différence n'a pu être détectée quant au rendement d'un arbre individuel. Dans la variante EM, on a constaté un nombre plus important de pépins dans les fruits. Aucune influence sur le comportement au stockage n'a pu être observée. Sur la base des résultats obtenus, l'application de microorganismes efficaces est utile là, où une croissance plus forte est souhaitée, p. ex. dans les pépinières ou dans les cultures de deuxième génération.

**Mots clés:** microorganismes efficaces, culture biologique, pomme, rendement, qualité

Im biologischen Obstbau stehen im Vergleich zum konventionellen oder integrierten Anbau nur sehr wenige Pflanzenschutzmittel zur Verfügung. Daraus resultiert ein größerer Bedarf an alternativen Behandlungsmöglichkeiten. Neben der Anwendung der im Betriebsmittelkatalog der Kontrollstellen aufgelisteten Pflanzenschutzmittel besteht die Möglichkeit, Pflanzenhilfsmittel (Pflanzenstärkungsmittel) einzusetzen. Als Pflanzenhilfsmittel gelten Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, welche dazu bestimmt sind, auf die Pflanzen einzuwirken, die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen zu erhöhen oder die Aufbereitung organischer Stoffe zu beeinflussen (DMG, 1994).

Bei den effektiven Mikroorganismen (EM) handelt es sich um eine Mischung von in der Natur gesammelten und in spezifischer Weise gezüchteten Mikroorganismen. Die wichtigsten sind Milchsäurebakterien (Lactobacillales), Hefen und Photosynthesebakterien (KYAN et al., 1999). Durch den Einsatz dieser Mikroorganismen soll ein fermentaktives Milieu im Boden geschaffen werden, wodurch keine Fäulnis entstehen kann. Durch die Fermentation sollen "lebensfreundliche" Stoffe, wie Enzyme, Vitamine und Aminosäuren, gebildet werden, was in Folge einen positiven Einfluss auf Pflanzenwachstum, Pflanzenqualität und Bodenfruchtbarkeit haben soll (www.multikraft.com). Die verwendeten EM-Produkte werden aus einer Urlösung (3 %), welche die Mikroorganismen enthält, aus Zuckerrohrmelasse (3 %) und Wasser (94 %) hergestellt. Diese Mischung wird für etwa sieben Tage fermentiert und ist danach gebrauchsfertig. Die Produkte können durch den Anwender selbst hergestellt werden oder, wie in diesem Versuch geschehen, fertig zugekauft werden (Multikraft; Pichl/Wels, Österreich).

Zu möglichen Auswirkungen von EM auf Ertragsparameter gibt es in der Literatur unterschiedliche Ergebnisse. NDONA (2008) sowie XU et al. (2001) konnten an Tomatenpflanzen höhere Fruchterträge sowie weniger Ausfälle durch Blütenendfäule feststellen. Eine Steigerung der Erträge bei Zwiebeln und Erbsen nach zweimaliger EM-Gabe konnten auch DALY und STEWART

(1999) beobachten. Hierbei erfolgte die Applikation über eine Feldberegnung. Es wurden 10 Liter EM und 10 Liter Melasse auf 10 m<sup>3</sup> Wasser je Hektar ausgebracht. Laborinkubationsversuche ergaben eine höhere CO<sub>2</sub>-Respiration durch die Verwendung von EM und Glukose, allerdings war keine Steigerung der Stickstoff-, Schwefel- oder Phosphorgehalte im Boden zu beobachten. Aus diesen Ergebnissen schlossen die Autoren, dass die Mikroorganismenpopulation durch die EM- und Glukosebehandlung zunahm und dadurch die Nährstoffe gebunden wurden (DALY und STEWART, 1999). Dagegen beobachteten MAYER et al. (2007) an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART in Zürich keine Unterschiede im Ertragsverhalten von Kartoffeln, Wintergerste und Luzerne, die auf die Wirkung von effektiven Mikroorganismen zurückzuführen wären.

FORMOWITZ et al. (2005) untersuchten die Wirkung unterschiedlicher mit EM behandelter Bokashi-Varianten (anaerob fermentierter Kompost) auf das vegetative Wachstum junger und adulter Bananenpflanzen. Auch hier konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den EM- und Nicht-EM-Varianten festgestellt werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, in einer nach den Richtlinien der biologischen Landwirtschaft bewirtschafteten Apfelplantage Einflüsse durch die Behandlung mit EM-Pflanzenhilfsmitteln auf Ertrags- und Qualitätsparameter sowie das Lagerverhalten von Äpfeln der Sorte 'Arlet' zu ermitteln.

## Material und Methoden

Der Versuchsstandort liegt in der Steiermark, östlich von Graz bei Laßnitzhöhe. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,0 °C, die Niederschlagsmenge liegt im langjährigen Mittel bei 848,9 l/m<sup>2</sup> (ZAMG, 2008). Die Pflanzung der Anlage erfolgte im April 2005 in 22 Reihen. Die Anlage liegt an einem nach Westen geneigten Hang, wobei die Baumreihen in Schichtlinie in Nord/Süd-Richtung verlaufen. Gepflanzt

wurde die Sorte 'Arlet' auf der Unterlage 'M9' in einem Pflanzabstand von 3 m x 0,9 m. Auf der Versuchsfläche wurden die Varianten "EM" und "Kontrolle" in jeweils dreifacher Wiederholung erstellt. Eine Wiederholung entsprach jeweils einer kompletten Baumreihe. Die Gesamtbaumzahl aller drei Wiederholungen entsprach in der Variante "EM" 529 Bäumen und in der Variante "Kontrolle" 375 Bäumen.

In der gesamten Anlage wurde ein in der Praxis übliches Bio-Pflanzenschutzprogramm angewandt (Tab. 1). Zur Bekämpfung der pilzlichen Krankheiten, wie Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) und Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha*), kamen die Fungizide Schwefelkalk, Netzschwefel und Kupfer zum Einsatz. 2006 und

2007 erfolgte jeweils eine Austriebsspritzung mit Ölpräparaten sowie mehrere Granulosevirusbehandlungen gegen Apfelwickler (*Cydia pomonella*). Außerdem wurde NeemAzal T/S gegen die Mehligel Apfelblattlaus (*Dysaphis plantaginea*) eingesetzt. Zusätzlich zu diesen Behandlungen wurden in der EM-Variante EM-Produkte (Tab. 2) auf die Blattmasse mittels Pflanzenschutzmittelsprüher oder ganzflächig auf den Boden während der Mulcharbeiten appliziert. In den Jahren 2005 bis 2007 erfolgten zwei bis vier Behandlungen auf den Boden in der Fahrgasse in einer Aufwandmenge von 15 bis 25 l/ha. 2006 und 2007 wurden zusätzlich vier bzw. elf Behandlungen aufs Blatt in einer Aufwandmenge von 5 l/ha durchgeführt. Verwendet wur-

Tab. 1: Pflanzenschutzprogramm Variante EM und Kontrolle (Wassermenge 200 Liter; Blattapplikation)

Datum	Präparat	Aufwandmenge	Datum	Präparat	Aufwandmenge
2005			2007		
24.5.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,4 l/ha	11.3.	Paroil <sup>8</sup>	25 l/ha
1.6.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha	15.3.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,4 l/ha
19.6.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha	9.4.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	15 l/ha
13.7.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha	23.4.	Neem Azal-TIS <sup>5</sup>	2 l/ha
1.8.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,4 l/ha	23.4.	Biolit Urgesteinsmehl <sup>9</sup>	2 kg/ha
2006			23.4.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	3 kg/ha
10.4.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,3 l/ha	6.5.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha
19.4.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,3 l/ha	17.5.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha
19.4.	Dipel <sup>3</sup>	0,5 kg/ha	28.5.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha
25.4.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,3 l/ha	29.5.	Madex <sup>6</sup>	100 ml/ha
25.4.	Austriebsspritzmittel 7E <sup>4</sup>	20 l/ha	29.5.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	200 ml/ha
29.4.	Neem Azal-TIS <sup>5</sup>	2,5 l/ha	8.6.	Madex <sup>6</sup>	100 ml/ha
4.5.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha	8.6.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	200 ml/ha
11.5.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha	8.6.	Biolit ultrafein <sup>9</sup> , Kaolinerde <sup>10</sup> , Molkepulver <sup>11</sup>	je 2 kg/ha
18.5.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha	17.6.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	200 ml/ha
26.5.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha	17.6.	Madex <sup>6</sup>	50 ml/ha
8.6.	Madex <sup>6</sup>	100 ml/ha	17.6.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	2 kg/ha
8.6.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	3 kg/ha	17.6.	Biolit ultrafein <sup>9</sup> , Kaolinerde <sup>10</sup> , Molkepulver <sup>11</sup>	je 2 kg/ha
19.6.	Madex <sup>6</sup>	100 ml/ha	28.6.	Madex <sup>6</sup>	50 ml/ha
19.6.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	3 kg/ha	28.6.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	2 kg/ha
1.7.	Madex <sup>6</sup>	100 ml/ha	28.6.	Biolit ultrafein <sup>9</sup> , Kaolinerde <sup>10</sup> , Molkepulver <sup>11</sup>	je 2 kg/ha
1.7.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	3 kg/ha	8.7.	Madex <sup>6</sup>	100 ml/ha
1.7.	Kaolinerde <sup>10</sup>	2 kg/ha	8.7.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	2 kg/ha
1.7.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,2 l/ha	8.7.	Biolit ultrafein <sup>9</sup> , Kaolinerde <sup>10</sup> , Molkepulver <sup>11</sup>	je 2 kg/ha
12.7.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,2 l/ha	17.7.	Madex <sup>6</sup>	100 ml/ha
12.7.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	2 kg/ha	17.7.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	2 kg/ha
12.7.	Kaolinerde <sup>10</sup>	2 kg/ha	17.7.	Biolit ultrafein <sup>9</sup> , Kaolinerde <sup>10</sup> , Molkepulver <sup>11</sup>	je 2 kg/ha
21.7.	Madex <sup>6</sup>	100 ml/ha	17.7.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	200 ml/ha
28.7.	Schwefelkalkbrühe <sup>2</sup>	10 l/ha	26.7.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	200 ml/ha
9.8.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,2 l/ha	26.7.	Netzschwefel Stulln <sup>7</sup>	2 kg/ha
24.8.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	0,2 l/ha	26.7.	Madex <sup>6</sup>	50 ml/ha
24.8.	Kaolinerde <sup>10</sup>	2 kg/ha	7.8.	Madex <sup>6</sup>	70 ml/ha
			7.8.	Cuprofor flüssig <sup>1</sup>	200 ml/ha

<sup>1</sup> Kwizda Agro, Wien, Österreich; <sup>2</sup> Polisenia S.R.L., Lugo, Italien; <sup>3</sup> Valent BioSciences Corporation, Illinois, USA

<sup>4</sup> Sun Oil Company, Aartsellar, Belgien; <sup>5</sup> Trifolio-M GmbH, Lahnau, Deutschland; <sup>6</sup> Andermatt Biocontrol AG, Grossdietwil, Schweiz

<sup>7</sup> Agrostulln, Stulln, Deutschland; <sup>8</sup> Avenarius-Agro, Wels, Österreich; <sup>9</sup> Multikraft, Wels, Österreich; <sup>10</sup> Kamig AG, Schwertberg, Österreich; <sup>11</sup> Prolactal, Linz, Österreich

Tab. 2: Zusatzbehandlungen in der Versuchsvariante EM

Datum	Präparat	Aufwandmenge (l/ha)	Wassermenge (l/ha)	Applikation
4.7.2005	EMa	25	100	Boden
25.8.2005	EMa	25	100	Boden
2.5.2006	EMa	25	100	Boden
28.6.2006	EMa	25	100	Boden
1.7.2006	EMa	5	200	Baum
12.7.2006	EMa	5	200	Baum
9.8.2006	EMa	5	200	Baum
15.8.2006	EMa	25	100	Boden
24.8.2006	EMa	3	200	Baum
16.3.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
18.4.2007	EMa	15	100	Boden
24.4.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
30.5.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
9.6.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
9.6.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
12.6.2007	EMa	15	100	Boden
18.6.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
29.6.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
9.7.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
18.7.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
27.7.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
8.8.2007	EMa / EM 5 / EM FPE	7 / 0,5 / 0,5	200	Blatt
18.8.2007	EMa	15	100	Boden
5.11.2007	EMa	15	100	Boden

den die Produkte EMa<sup>®</sup>, EM5<sup>®</sup> und EM FPE<sup>®</sup>. EMa<sup>®</sup> ist das aus der Urlösung hergestellte Standardprodukt. Bei EM5<sup>®</sup> wird zusätzlich Gärungssessig in der Herstellung beigemischt. EM FPE<sup>®</sup> unterscheidet sich durch die Zugabe von Gräsern und Kräutern bei der Fermentation.

In jeder Wiederholung der Varianten "EM" als auch bei "Kontrolle" wurden die jeweils benachbarten Reihen ebenfalls nach demselben Pflanzenschutzprogramm behandelt, um einem Einfluss durch Abdrift entgegenzuwirken.

### Krankheiten und Schädlinge

Am 18. September 2006 wurde in jeder Wiederholung die Befallshäufigkeit durch Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) auf jeweils ca. 100 Trieben untersucht. Es wurde dabei jeder Trieb auf "Befall" oder "kein Befall" bonitiert. Am 11. Mai 2007 und am 27. Juni 2007 wurde der Befall an Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha*) erhoben, von Grüner Apfelblattlaus (*Aphis pomi*), von Apfelfaltenlaus (*Dysaphis spp.*) und Blutlaus (*Eriosoma lanigerum*). Die Bäume wurden in die Klassen "nicht befallen" oder "befallen" eingeteilt, woraus die relative Befallshäufigkeit errechnet wurde. Die Stärke des jeweiligen Krankheits- oder Schädlingsbefalls wurde

nicht beurteilt. Am 27. Juni 2007 wurde zusätzlich der Befall von Feuerbrand (*Erwinia amylovora*) in gleicher Weise, wie bei den Blattlausarten beschrieben, bonitiert.

### Baumphysiologische Parameter

Die Untersuchungen der baumphysiologischen sowie der Labor- und Lagerparameter erfolgten an zwölf ausgewählten Einzelbäumen je Variante und Wiederholung (gesamt 72).

Stammumfangsmessungen erfolgten in einer Höhe von 40 cm über dem Boden. Die Messungen wurden in drei aufeinander folgenden Jahren durchgeführt (26. Mai 2006, 5. Jänner 2007, 16. Jänner 2008).

Die Feststellung der Blattfärbung erfolgte am 27. Juni 2007 und am 3. August 2007 mit einem tragbaren Minolta Croma Meter CR-200 (Konica Minolta Holdings Inc., Japan). Die Messung erfolgte im L\*,a\*,b\*-Farbsystem, wobei mit den Werten L\*, a\* und b\* der Farbton exakt beschrieben werden kann. Die gewählte Einstellung der Normlichtart D<sub>65</sub> entspricht der spektralen Strahlungsverteilung des Sonnenlichts bei 6500 Kelvin (www.CIELab.de, 2. Juni 2008). An jedem der 72 markierten Versuchsbäume wurde auf je zwei einjährigen Trieben ein mittig sitzendes Blatt zur Messung ausgewählt. Die Messung erfolgte zu beiden Terminen an

denselben Blättern. Durch die Messung der Blattfarbe kann bei dunkleren Grüntönen auf eine bessere Nährstoffversorgung geschlossen werden.

Zur Messung der Blattgröße wurden am 3. August 2007 von jedem markierten Versuchsbaum jeweils zwei einjährige Triebe ausgewählt. Von diesen Trieben wurden jeweils drei in der Mitte sitzende Blätter entnommen. Die Messung der Blattgröße dieser Blätter erfolgte mittels eines Area Meters LI3100 (Fa. LI-COR, USA). Hierbei werden die Blattflächen im Durchlauf mittels einer Scan-Kamera erfasst und in  $\text{cm}^2$  ausgegeben.

Die Ernte 2007 erfolgte am 28. August. Die Früchte der 72 Versuchsbäume wurden nacheinander einzeln in Kunststoffkisten geerntet. Die Äpfel wurden für jeden Baum separat gezählt und in weiterer Folge gewogen und das durchschnittliche Fruchtgewicht ermittelt. Die anschließende Lagerung erfolgte wie nachstehend beschrieben.

### Laboranalysen

Für die Laboruntersuchungen am 12. September 2007 wurden bei der Ernte von den zwölf Bäumen je Wiederholung vier Bäume zu einer Gruppe zusammengefasst und daraus zwölf Äpfel zufällig entnommen. Für die zweite Untersuchung (18. Februar 2008) wurden ebenfalls zwölf Äpfel entnommen und im Kühllager bei ca.  $+3\text{ }^\circ\text{C}$  gelagert. Zu jedem der beiden Termine wurden somit insgesamt 216 Äpfel untersucht, was einer Anzahl von 72 Äpfeln je Wiederholung entspricht.

**Fruchtanalysen.** Im Labor wurden die Früchte jeweils einzeln gewogen (Waage: Laboratory L 2200S, Sartorius AG, Deutschland). Anschließend erfolgte die Messung der Fruchtfarbe wiederum mit dem Minolta Croma Meter CR-200. Die Messung erfolgte an jeder Frucht an zwei Stellen, erstens im Zentrum der Deckfarbenseite, und zweitens im Zentrum der Grundfarbenseite. Die Fruchtfarbe ist ein Bestandteil der äußeren Fruchtqualität. Eine hellere Fruchtfarbe ist ein Hinweis auf schlecht ausgereifte Früchte.

Für die Berechnung des Fruchtformindex (FFI) erfolgte eine Messung mittels Schiebelehre in Höhe [h] (größte Länge zwischen Kelch und Stielansatz), Breite [b] und Dicke [d] (zwei horizontale Querdurchmesser im rechten Winkel zueinander). Aus den drei Größen wurde der Fruchtformindex mit folgender Formel errechnet:

$$\text{FFI} = h^2 / b * d$$

Durch den Fruchtformindex kann auf Deformationen der Frucht durch die Behandlung mit EM-Produkten

geschlossen werden.

Zur Feststellung der Fruchtfleischfestigkeit diente ein halbautomatisches Mecmesin Penetrometer (Fa. Mecmesin Ltd, GB) mit einem  $1\text{ cm}^2$ -Druckstempel. Die Messung erfolgte ohne Schale jeweils einmal auf Grund- und Deckfarbenseite. Die Fruchtfleischfestigkeit (FFF) beeinflusst das Lagerverhalten der Früchte. In der Regel können Früchte mit hoher FFF länger gelagert werden. Sinkt die FFF unter einen gewissen Wert, werden die Früchte von Konsumenten weniger akzeptiert.

Im Anschluss wurden die Äpfel geteilt und die Anzahl an gesunden und verkümmerten Kernen gezählt. Durch die Kernzahl kann auf die Blüten- und Befruchtungsqualität, die wiederum von der Nährstoffversorgung beeinflusst wird, geschlossen werden.

**Fruchtsaftanalysen.** Für die weiteren Untersuchungen wurden die Früchte entsaftet. Um eine ausreichende Menge Probenflüssigkeit für die Analysen zu erhalten, wurden Mischproben aus jeweils drei Äpfeln analysiert. Entsaftet wurde mittels einer Haushaltszentrifuge (Multipress Automatik MP80, Fa. Braun, Deutschland). Bei der Bestimmung der löslichen Trockensubstanz in  $^\circ\text{Brix}$  kam ein digitales Atago PR-101-Refraktometer (Fa. Atago, Japan) zum Einsatz. Zur Analyse des Vitamin C-Gehalts (mg/l L-Ascorbinsäure) wurde das Reflectoquant<sup>®</sup> Analysesystem (Fa. Merck, Deutschland) verwendet. Die Messung der Werte pH, rH (Redoxwert) und des spezifischen Widerstands (R) erfolgte mit einem BET-A Analysegerät (Fa. Med-Tronik GmbH, Deutschland). Die darin verbaute Kombi-Elektrode ist in der Lage, alle drei Werte und die Mediumtemperatur gleichzeitig wiederzugeben. In weiterer Folge wurde aus den gewonnenen Daten (pH, rH, R) der P-Wert mit folgender Formel (Hoffmann et al., 2007) errechnet:

$$P = (30 * (rH - 2 \text{ pH}))^2 / R$$

Der P-Wert wird zur Charakterisierung von Lebensmittelqualitäten innerhalb bestimmter Produktgruppen verwendet. Ein niedriger P-Wert bescheinigt dabei eine höhere Lebensmittelqualität der Früchte (HOFFMANN et al., 2007).

Die titrierbare Säure wurde mit dem automatischen Titriergerät TitroLine alpha plus (Fa. Schott AG, Deutschland) ermittelt. Mittels  $0,1\text{ mol NaOH}$  wurden  $10\text{ ml}$  Fruchtsaft auf pH 8,1 titriert. Der Gehalt titrierbarer Säure (berechnet als Weinsäure, g/l) berechnet sich aus dem Laugenverbrauch in ml mit  $0,75$  multipliziert.

## Fruchtgrößensortierung und Lagerung

Die Einlagerung der Früchte erfolgte unmittelbar nach der Ernte am 28. August 2007. Wie bei den Laboruntersuchungen wurden die Früchte von vier Versuchsbäumen zusammengefasst. Daraus wurde jeweils eine Kiste mit ca. 18 kg Äpfel voll gefüllt und gewogen. Je Wiederholung und Variante wurden somit drei Kisten im Kühlraum an der Universität für Bodenkultur eingelagert. Zum Einsatz kam eine Kühlzelle unter normaler Atmosphäre ohne zusätzliche Luftbefeuchtung. Die Lagertemperatur betrug ca. +3 °C. Am 12. Februar 2008 wurden die Früchte wiederum kistenweise gewogen, die Fruchtgröße und der Deckfarbenanteil festgestellt. Die Fruchtgrößeneinteilung erfolgte mit einer Lochschablone mit 5 mm-Einteilung (< 60 mm, 60 bis 65 mm, 65 bis 70 mm, 70 bis 75 mm, 75 bis 80 mm, 80 bis 85 mm). Die Ermittlung des Deckfarbenanteils erfolgte subjektiv durch Schätzung in Deckfarbenanteilklassen (< 10 %, 10 bis 25 %, 25 bis 50 %, 50 bis 75 %, 75 bis 90 %, 90 %). Gefaulte Früchte wurden dabei gezählt und aussortiert. Die Parameter der Fruchtgröße und des Deckfarbenanteils stellen wesentliche Parameter der Marktwertbestimmung der Früchte dar, wodurch wiederum der Verkaufserlös stark beeinflusst wird. Auf Grund des guten Zustands der Früchte erfolgte eine erneute Lagerung bis zum 14. Mai 2008. Die Äpfel wurden dann wieder gewogen und aus den Gewichtsdaten anschließend auf den Masseverlust der Früchte geschlossen.

## Statistische Auswertung

Die statistische Verrechnung der beobachteten Daten erfolgte mit der Software SPSS 11 (Fa. SPSS Inc. Headquarters, USA). Es wurde eine einfache Varianzanalyse (ANOVA) oder, wenn die dazu notwendigen Voraussetzungen (z. B. eine Normalverteilung der Daten) nicht erfüllt waren, ein nicht parametrisches Verfahren eingesetzt (Kruskal-Wallis-Test, unabhängige Stichproben). Die Auswertungen zur Deckfarbenanteil- und Fruchtgrößensortierung sowie zu den Untersuchungen über den Apfelschorfbefall erfolgten mittels Chi-Quadratstest mit Hilfe einer Kreuztabelle.

## Ergebnisse und Diskussion

### Krankheiten und Schädlinge

2006 wurde ein Befall durch Apfelschorf festgestellt. Im Mittel wurden in der EM-Variante 34,41 % befallene Triebe festgestellt, wogegen die Kontrolle 50,7 % befall-

ene Triebe aufwies (Abb. 1). Der Chi-Quadratstest ergab einen Signifikanzwert von  $p < 0,001$ , was auf einen hochsignifikanten Unterschied hindeutet. Unklar bleibt die genaue Ursache für diese Auswirkung der EM-Behandlung. Eventuell könnte eine bessere Pflanzenvitalität zu geringerem Schorfbefall führen. Allerdings liegen zu diesem Versuchsansatz nur Daten aus einem Jahr vor, da 2007 kein Schorfbefall festzustellen war. Für eine endgültige Aussage wären Ergebnisse aus mehreren Jahren unter Einbeziehung der Befallsstärke notwendig.

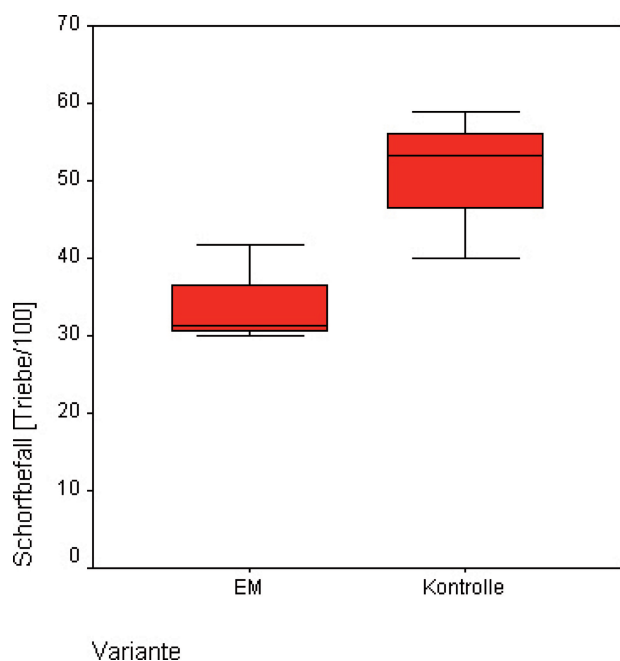


Abb. 1: Schorfbefall 2006

2007 war das Auftreten der untersuchten Krankheiten und Schädlinge gering, möglicherweise auch auf Grund der in Tabelle 1 genannten Behandlungen. Auswirkungen der EM-Behandlungen konnten somit nicht erhoben werden.

### Baumphysiologische Parameter

Wie die Ergebnisse der Stammumfangsmessungen zeigen, wiesen die Bäume nach dem ersten Jahr (Messung im Frühjahr 2006) noch annähernd gleiche Stammumfänge auf. Wie in Abb. 2 zu sehen, konnte in den Jahren 2007 und 2008 in der EM-Variante ein verstärktes Dickenwachstum festgestellt werden. Bereits 2007 maßen die Stammumfänge der mit EM behandelten Bäume im Durchschnitt um beinahe 0,5 cm mehr als jene der

Kontrolle. 2008 wurde ein Unterschied von über 0,8 cm gemessen. Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede ( $p < 0,01$  im Jahr 2007,  $p < 0,001$  im Jahr 2008). Ein stärkerer Stammumfangszuwachs durch eine Behandlung mit EM kann als eindeutig gesehen werden, da die Unterschiede in den Varianten bereits nach dem zweiten Standjahr als signifikant belegt werden konnten und nach einem weiteren Jahr noch deutlicher waren. Der Anteil an verfügbaren Nährstoffen in den EM-Produkten ist nach Untersuchung von Yamada und Xu (2001) als gering einzustufen. Es wurde ein mineralischer Stickstoffgehalt von 0,1 % sowie ein Anteil von 1 % verfügbarem Phosphor festgestellt. Khaliq et al. (2006) kamen in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass die Gabe von EM die Effizienz sowohl von organischen als auch von mineralischen Düngern erhöhte. Eventuell konnte mit der Einbringung der EM eine verbesserte Nährstoffaufnahme der Apfelbäume erreicht werden, was in Folge ein verstärktes Wachstum auslöste.

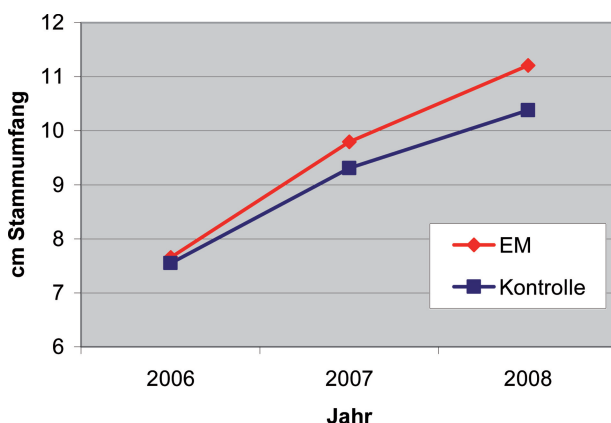


Abb. 2: Stammumfang 2006 bis 2008

Die Untersuchungen zu Blattfärbung und Blattgröße ergaben keine signifikanten Abweichungen zwischen den Varianten.

Bei der Ernte 2007 traten große Unterschiede in den Fruchtgewichten auf. Die Äpfel aus der EM-behandelten Variante waren mit 160 g signifikant schwerer als die der Kontrolle mit 149 g ( $p < 0,001$ ). Der mittlere Gesamtertrag je Baum lag bei den EM-Bäumen bei 10,29 kg und in der Kontrolle bei 9,72 kg, ein signifikanter Unterschied wurde dabei nicht festgestellt ( $p < 0,128$ ). Ebenso nicht signifikant war die Anzahl an geernteten Früchten je Baum, welche in der EM-Variante durchschnittlich 65,72 Stück und in der Kontrolle

67,19 Stück ergab. Die spezifischen Ertragsparameter (Erntegut in  $\text{kg}/\text{cm}^2$  Stammquerschnittsfläche und Stück/ $\text{cm}^2$  Stammquerschnittsfläche) waren in der EM-Variante niedriger als in der Kontrolle, da die Stammumfänge, welche die Berechnungsbasis für die Querschnittsfläche darstellen, in der EM-Variante deutlich höher lagen. Die Kontrolle wies einen Mehrertrag von ca.  $100 \text{ g}/\text{cm}^2$  auf ( $p < 0,046$ ). Aus den Ergebnissen kann gefolgert werden, dass durch das stärkere Wachstum keine höheren Erträge erzielt werden konnten. Das Einzelfruchtgewicht wurde jedoch positiv beeinflusst.

Allerdings liegen bisher nur für ein Versuchsjahr Ertragsdaten vor. Um endgültige Aussagen bezüglich der Auswirkungen von EM auf Ertrag und Fruchtgröße treffen zu können, sollte der Versuch über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden.

### Laborparameter

**Einzelfruchtanalysen.** Die Fruchtfarbe, der Fruchtfarmindex, der Deckfarbenanteil und die Fruchtfleischfestigkeit brachten keine Unterschiede zwischen den Varianten (Daten nicht dargestellt).

In den Früchten der EM-Variante konnten im Durchschnitt 5,81 gesunde Kerne festgestellt werden, die Kontrolle lag dabei mit 4,61 Kernen um durchschnittlich mehr als einen Kern je Frucht zurück. Der Signifikanzwert von  $p < 0,001$  bescheinigt hochsignifikante Unterschiede. Verkümmerte Kerne wurden in beiden Varianten im Schnitt circa gleich viele festgestellt (0,38 bzw. 0,37).

Bei der Anzahl an Samen in einer Frucht handelt es sich allerdings um kein qualitätsbeeinflussendes Merkmal der Frucht. Versuche haben ergeben, dass keinerlei Zusammenhang zwischen Samenzahl und Zellzahl, Zellvolumen und Fruchtfleischfestigkeit besteht. Eine größere Anzahl an Kernen kann jedoch auf eine bessere Blüten- und Befruchtungsqualität hindeuten, was unter anderem von einer guten Nährstoffversorgung beeinflusst wird (FRIEDRICH und FISCHER, 2000).

**Fruchtsaftanalysen.** Die Vitamin C-Gehalte lagen im Durchschnitt in der Kontrollvariante höher als bei den mit EM behandelten Früchten. In der Untersuchung vom 12. September 2007 konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden ( $p < 0,01$ ). Die Kontrolle erreichte dabei einen Vitamin C-Gehalt von durchschnittlich 103,69 mg/l, wogegen in der EM-Variante nur 98,75 mg/l festgestellt wurden. Eine mögliche Ursache dafür könnte der so genannte Verdünnungsfaktor sein, wonach der Vitamin C-Gehalt in größeren Früchten



ten abnimmt (Friedrich und Fischer, 2000). Im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen konnten Xu et al. (2001) bei Untersuchungen an Tomatenpflanzen höhere Vitamin C-Gehalte durch EM-Anwendungen feststellen, wobei die genaue Ursache für diesen Effekt unklar ist. In den Untersuchungen nach der Lagerphase am 18. Februar 2008 lagen die Vitamin C-Gehalte in beiden Varianten deutlich niedriger. Die Ergebnisse der EM-Variante waren mit durchschnittlich 87,78 mg/l wieder etwas niedriger als in der Kontrolle, ein signifikanter Unterschied wurde in diesem Fall jedoch nicht festgestellt.

Bei den elektrochemischen Parametern (P-Wert, pH, rH und R) und dem Säuregehalt wurden keine Auswirkungen durch die Behandlung mit EM festgestellt. (Daten nicht dargestellt).

### Lagerung

Wie aus den Ergebnissen der Einzelfruchtgewichte zu erwarten war, wurde in der Fruchtgrößensortierung ein Unterschied zwischen den Varianten festgestellt. In den Größenklassen von 65 bis 85 mm konnten die Früchte der EM-Bäume höhere Anteile erreichen (Abb. 3). Bei der statistischen Verrechnung mittels Chi-Quadrattests konnten signifikante Unterschiede bestätigt werden ( $p < 0,001$ ).

Die Erhebung der gefaulten Früchte ergab, dass der Anteil in beiden Varianten unter 1 % lag. Ein signifikanter Unterschied wurde dabei nicht festgestellt.

Der Deckfarbenanteil war in beiden Varianten auf gleichem Niveau (Daten nicht dargestellt), ebenso wie der Masseverlust nach den beiden Lagerphasen (Daten nicht dargestellt).

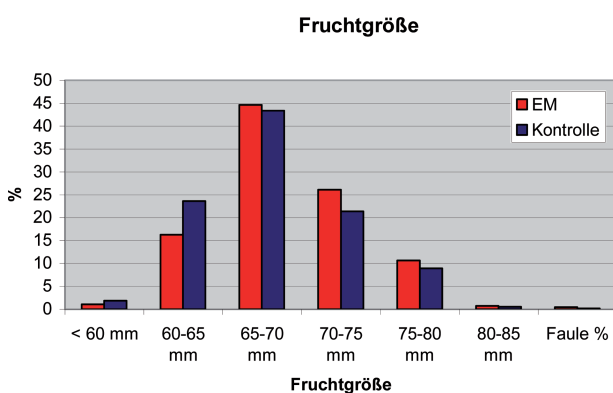


Abb. 3: Fruchtgrößensortierung 2007

## Schlussfolgerungen

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse ergeben sich mögliche Anwendungsbereiche von EM im Obstbau in Anlagen, wo ein stärkeres Wachstum von Vorteil ist, etwa auf wieder ausgepflanzten Flächen, welche auf Grund von Bodenmüdigkeit von vornherein ein schwaches Wachstum aufweisen. Auch Baumschulen oder Junganlagen könnten von einer rascheren Jugendentwicklung profitieren, was in weiteren Untersuchungen noch abzuklären wäre. Auf wüchsigen Standorten oder in Anlagen, wo auf niedere Baumformen geachtet werden muss, könnten sich Probleme mit zu starkem Wachstum ergeben.

### Danksagung

Dank gebührt der Fa. Multikraft für die finanzielle Unterstützung des Projekts sowie Herrn MANFRED STIX für die Durchführung der Behandlungen und die zur Verfügung gestellte Obstplantage. Ebenso bedanken wir uns bei allen freiwilligen Helfern für die Mitarbeit an den Untersuchungen.

## Literatur

- DALY, M.J. and STEWART, D.P.C. 1999: Influence of "Effective Microorganisms"(EM) on vegetable production an carbon mineralization - A preliminary investigation. *J. Sustain. Agr.* 14(2/3): 15-25
- DMG (1994): Bundesgesetz über den Verkehr mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenschutzmitteln (Düngemittelgesetz 1994 - DMG 1994), BGBl. Nr. 513/1994 idF BGBl. Nr. 419/1996, BGBl. I Nr. 72/1997, BGBl. I Nr. 117/1998, BGBl. I Nr. 23/2001, BGBl. I Nr. 108/2001, BGBl. I Nr. 109/2001, BGBl. I Nr. 110/2002 und BGBl. I Nr. 87/2005
- FORMOWITZ, B., ELANGO, F., OKUMOTO, S., BUERKERT, A. und MÜLLER, T. (2005): Wie wirken "Effektive Mikroorganismen" auf EM-Bokashi in der Bananenproduktion (*Musa ssp.*)? In: Hess, J. und Rahmann, G. (Hrsg.): Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. - Kassel: Univ. Press, 2005
- FRIEDRICH, G. und FISCHER, M. (2000): Physiologische Grundlagen des Obstbaues, 3. Aufl. - Stuttgart: Ulmer, 2005
- HOFFMANN, M., WOLF, G. und STALLER, B. (2007): Lebensmittelqualität und Gesundheit - Bio-Testmethoden und Produkte auf dem Prüfstand. - Schwerin: Baerens & Fuss, 2007 (Ökologische Konzepte; 103)
- KHALIQ, A., ABBASI, M.K. and HUSSAIN, T. 2006: Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technol.* 97: 967-972
- KYAN, T., SHINTANI, M., KANDA, S., SAKURAI, M., OHASHI, H., FUJISAWA, A. and PONGDIT, S. (1999): Kyusei nature farming and the technology of effective microorganisms. - Atami (Japan): Asia Pacific Natural Agriculture Network, 1999



- MAYER, J., SCHEID, S., WIDMER, F., FLIESSBACH, A. und OBERHOLZER, H.-R. (2007): Wirkungen von "Effektiven Mikroorganismen EM" auf pflanzliche und bodenmikrobiologische Parameter im Feldversuch. In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T. und Valle Zárate, A. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. - Stuttgart: Univ. Hohenheim, 2007
- NDONA, R. (2008): Einfluss von Behandlungen mit EM Effektiven« Mikroorganismen auf Tomaten im geschützten Anbau. - Wien: Diss. Universität für Bodenkultur, 2008
- XU, H.L., WANG, R. and MRIDHA, M. 2001: Effects of organic fertilizers and a microbial inoculant on leaf photosynthesis and fruit yield and quality of tomato plants. *J. Crop Prod.* 3(1): 173-182
- YAMADA, K. and XU, H.L. 2001: Properties and applications of an organic fertilizer inoculated with effective microorganisms. *J. Crop Prod.* 3(1): 255-268
- ZAMG (2008): Klimadaten von Österreich. at: [http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten\\_oesterreich\\_1971\\_frame1.htm](http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm) (2.6.2008)

Manuskript eingelangt am 25. Februar 2009