

INHALTVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG (ABSTRACT)	4
1 PROBLEMSTELLUNG UND FORSCHUNGSFRAGEN	7
2 GRUNDLAGEN FÜR ANBAU UND UNTERSUCHUNG	10
2.1 EFFEKTIVE MIKROORGANISMEN.....	11
2.2 EFFEKTIVE MIKROORGANISMEN UND IHRE WIRKUNG.....	12
2.3 DIE BESONDERHEIT DEN IN DER VORLIEGENDEN VERSUCHEN BENUTZTEN EM.....	12
2.3.1 AKTIVIEREN DER EFFEKTIVEN MIKROORGANISMEN EM.....	12
2.3.2 „EM- BOKASHI“.....	13
2.4 DAS EXPERIMENT VON BLOKSMA (1995).....	13
2.5 BESCHREIBUNG DER TOMATE	13
2.6 KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE DER TOMATE.....	14
3 ZIELE DER ARBEIT.....	15
4 MATERIAL UND METHODE	16
4.1 BESCHREIBUNG DES STANDORTES.....	17
4.2 VERSUCHSMATERIAL.....	17
4.3 VERSUCHSVARIANTEN.....	18
4.4 EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNGEN	18
4.5 STATISTIK.....	20
5 MAKRO- UND MIKRO-NÄHRSTOFFE	21
5.1 EINLEITUNG	22
5.2 METHODE	22
5.3 ERGEBNISSE	24
5.3.1 NÄHRSTOFFGEHALTE UND PH-WERT IM PFANZENSUBSTRAT.....	24
5.3.2 N-MINERALISIERUNG UND C-MINERALISIERUNG.....	25
5.3.4 MIKROBIELLE BIOMASSE.....	26
5.3.5 MINERALSTOFFGEHALTE IN BLÄTTERN.....	27
5.3.6 VERGLEICH VON MINERALSTOFFGEHALTEN IN DEN TOMATENBLÄTTERN.....	28
5.4 DISKUSSION	28
ZUSAMMENFASSUNG.....	29
LITERATUR	29
6 VEGETATIVE UND GENERATIVE PARAMETER	31
6.1 EINLEITUNG	32
6.2 METHODE	32
6.2.1 VERPFLANZUNGEN IN EINZELTÖPFE.....	32
6.2.2 BONITUREN ZUR BLÜTE.....	32
6.2.3 BONITUREN ZU GEKRÜMMTEN BLÄTTERN.....	33
6.2.4 KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE.....	34
6.2.5 ALLERGEN- ANALYSE IN DEN REIFEN TOMATEN.....	35
6.2.6 FARBMESSUNG BEI TOMATENPFLANZEN.....	36
6.2.7 CHLOROPHYLLBESTIMMUNG.....	37
6.2.8 ERNTE.....	37
6.2.9 KLASSIFIZIERUNG DER ERNTE.....	38
6.3 ERGEBNISSE	39
6.3.1 AUSSAAT.....	39
6.3.2 KEIMUNGSRATE.....	39

6.3.3	PIKIERSTADIEN.....	40
6.3.4	WACHSTUMSBEOBACHTUNGEN.....	41
6.3.5	ERGEBNISSE ZU BLÜHBEGINN 40 TAGE NACH AUSSAAT.....	41
6.3.6	QUALITÄTSSORTIERUNG.....	42
6.3.7	KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE IM JAHR 2006.....	43
6.3.8	KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE IM JAHR 2007.....	46
6.3.9	BLÜTENENDFÄULE (BLOSSOM END ROT) IM JAHR 2007.....	47
6.3.10	NACHWEIS VON LTP IN VERSCHIEDENEN TOMATENPROBEN.....	48
6.3.11	FARBMESSUNG DER BLÄTTER.....	49
6.3.12	CHLOROPHYLLGEHALTE.....	50
6.3.13	ERTRAG IM JAHR 2006.....	51
6.3.13.1	GESAMTERTRAG INKLUSIV GRÜNE FRÜCHTE.....	51
6.3.13.2	MITTLERES STÜCKGEWICHT DER GEERTETEN FRÜCHTE INKLUSIV DER GRÜNEN FRÜCHTE IM JAHR 2006.....	52
6.3.13.3	ANZAHL DER FRÜCHTE EXKLUSIV GRÜNER FRÜCHTE IM JAHR 2006.....	53
6.3.14	ERTRAG IM JAHR 2007.....	54
6.3.14.1	GESAMTERTRAG INKLUSIV GRÜNER FRÜCHTE.....	54
6.3.14.2	MITTLERES STÜCKGEWICHT DER GEERTETEN FRÜCHTE INKLUSIV DER GRÜNER FRÜCHTE IM JAHR 2007.....	55
6.3.14.3	ANZAHL DER FRÜCHTE EXKLUSIV GRÜNER FRÜCHTE IM JAHR 2007.....	56
6.4	DISKUSSION.....	57
7	QUALITÄT UND KLASSIFIZIERUNG DER ERNTE.....	61
7.1	EINLEITUNG.....	62
7.2	METHODE.....	63
7.2.1	PH-WERT.....	64
7.2.2	DAS REDOXPOTENTIAL / RH-WERT.....	64
7.2.3	DIE ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT (WIDERSTAND (Ω)).....	65
7.2.4	P-WERT BESTIMMUNG.....	66
7.2.5	TROCKENMASSEBESTIMMUNG.....	66
7.2.6	MESSUNG DES REFRAKTOMETRISCHEN INDEX (IR).....	67
7.2.7	MESSUNG DER FESTIGKEIT.....	67
7.2.8	MESSUNG DER GESAMTSÄURE.....	68
7.2.9	VERKOSTUNGEN VON FRISCHEN FRÜCHTEN.....	68
7.2.10	DIE BIOPHOTONEN-ANALYSE.....	69
7.3	ERGEBNISSE.....	70
7.3.1	FRUCHTQUALITÄTSMESSUNG.....	70
7.3.2	ELEKTROCHEMISCHE ANALYSE AM 20. TAG LAGERUNG IN DER ANBAUSAISON 2006.....	70
7.3.3	FRUCHTQUALITÄTSMESSUNGEN IN DER ANBAUSAISON 2007.....	71
7.3.4	UNTERSUCHUNGEN AM 20. TAG LAGERUNG IN DER ANBAUSAISON 2007.....	72
7.3.5	ERGEBNISSE DER VERKOSTUNG VON FRISCHEN FRÜCHTEN IN DER ANBAUSAISON 2007.....	73
7.3.6	ERGEBNISSE VON BIOPHOTONEN.....	75
7.4	DISKUSSION.....	77
9	EXKURS: WURZELWACHSTUM VERSCHIEDENER PFLANZEN UNTER ANWENDUNG VON EMA[®] IM KEIMAPPARAT.....	79
9.1	EINLEITUNG.....	80
9.2	METHODE.....	80
9.3	ERGEBNISSE DES WURZELWACHSTUMS VERSCHIEDENER PFLANZEN UNTER ANWENDUNG VON EMA [®] IM KEIMAPPARAT.....	80
9.4	DISKUSSION.....	81
DISKUSSION.....		82
LITERATURVERZEICHNIS.....		87

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	93
GRAFIK-VERZEICHNIS	93
TABELLENVERZEICHNIS	95

ZUSAMMENFASSUNG (ABSTRACT)

In einem 2-jährigen Forschungsprojekt wurde untersucht, inwieweit ein Einfluss von Effektiven Mikroorganismen (EM) (Lösung die die wirksamen Mikroben (nicht pathogene) erhalten) kombiniert mit Gesteinsmehl auf Tomatenpflanzen in Töpfen im Folientunnel festzustellen ist. Außerdem wurde eine lineare Aufstellung der Töpfe mit einer elliptischen Aufstellung verglichen.

Als Versuchsmaterial dienten die Tomatensorte „Cassiopeia“ in der Anbausaison 2006 und die Tomatensorte „Mercedes“ im Jahr 2007, die in Containertöpfen im Folientunnel der Versuchsanlage des Instituts für Gartenbau, Obst und Weinbau der Universität für Bodenkultur in Wien Jedlersdorf angepflanzt wurden. Der Versuch wurde mit drei Faktoren, der Behandlungsvariante (EMa[®] kombiniert mit Gesteinsmehl vs. Kontrolle), der Wiederholung sowie der Aufstellungsart (linear vs. elliptisch), angelegt. Je Varianten- bzw. Faktorkombination wurden 8 Pflanzen in 5-facher Wiederholung in Töpfen in einem vollständig randomisierten Blocksystem aufgestellt, also insgesamt konnten 80 Pflanzen für jede Behandlungs- bzw. Aufstellungsvariante ausgewertet werden.

Die 80 Pflanzen der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung wurden kontinuierlich über das Gießwasser mit 0,120 l EMa[®] pro Woche bewässert, weiters im Abstand von ca. 3 Wochen anfangs über einen Handzerstäuber, später mit einer Rückenspritze insgesamt 7-mal pro Saison mit einer Mischung aus EMa[®], EM5, EM FPE und Gesteinsmehl behandelt. Im Jahr 2006 wurde außerdem in dieser Variante Bokashi (= mit EMa[®] fermentierte Weizenkleie) dem Pflanzsubstrat zugeführt. Im zweiten Versuchsjahr (2007), wurde dem Kontrollsubstrat die entsprechende Menge an „konventionellem“ Kompost (ohne Verwendung von EMa[®] kompostiert) beigemischt, um die beiden Varianten noch besser vergleichbar zu machen. Die Bewässerung der unbehandelten Kontrollpflanzen wurde mit EMa[®] - freiem Leitungswasser durchgeführt und Spritzungen mit Wasser.

Folgende Untersuchungen wurden mit gängigen wissenschaftlichen Methoden in der Versuchsanlage in Jedlersdorf sowie in verschiedenen Labors der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt:

1. Keimungsrate und Keimdauer
2. Entwicklung der Blüten und Erntemenge
3. Äußere und innere Fruchtqualitätsmerkmale
4. Farbe und Chlorophyllgehalt der Blätter
5. Auftreten von Krankheiten und Schädlingen
6. Nährstoffe in den Blättern und im Boden
7. Biophotonenemission von Früchten und Blättern

8. Allergene in Tomatenfrüchten

Die Chlorophyll-Messungen wurden mittels der Aceton-Methode durchgeführt. Mineralischer Stickstoff im Substrat (N_{min}) wurde mit der ÖNORM L 1091-Methode, mikrobiell gebundener Stickstoff (N_{mic}) mit der Fumigations-Extraktion-Methode gemessen (Brookes et. al., 1985). Nährstoffe wurden mit verschiedenen Methoden analysiert: Analyse-System CNS - 2000 von LECO, Atomabsorptions- Spektralphotometer und ÖNORM L-Methoden. Für die Allergen-Analyse wurden SDS-PAGE und die WESTERN BLOT-ANALYSE verwendet. Für die Biophotonen-Messungen wurde die Einzel-Photon-Zählmethode verwendet.

Es erfolgte eine Verrechnung der erhaltenen Werte mit dem Statistikprogramm SPSS 15,0 für Windows in Form einer Varianzanalyse (mit drei Faktoren) bzw. einem t-Test; geprüft wurde neben der Varianzhomogenität auf signifikante Unterschiede zwischen den Varianten ($P < 0,05$).

Die kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlungen bei den Tomaten ergaben einen früheren Pflanzenaufgang und frühere Blütenbildung. In der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung wurde in beiden Jahren in Summe sowie an 3 von 5 (in 2006) bzw. 6 (in 2007) Ernteterminen ein signifikant höherer Ertrag (Anzahl und Gewicht geernteter reifer vermarktbarer Früchte) pro Pflanze erzielt. Das mittlere Stückgewicht war in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höher als in der Kontrolle. Die Qualitätssortierung der in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung geernteten Früchte brachte 2006 einen signifikant höheren Anteil in der besten Sortierklasse im Vergleich zur Kontrolle.

In der Kontrollvariante waren im Jahr 2006 signifikant mehr Früchte durch *Alternaria dauci f. sp Solani*, *Venturia sp*, Schalenrisse, *Botrytis cinerea* und Pox of fleck geschädigt als in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung. Im Anbaujahr 2007 kam es durch Blütenendfäule zu 31 % ausgefallenen Früchten in der Kontrolle im Vergleich zu 3 % in der EM - Variante.

Die Analyse der Inhaltsstoffe sowie der elektrochemischen Parameter in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung brachten folgende Ergebnisse: Der P - Wert war in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung im Jahr 2006 signifikant höher, was auf einen erhöhten Stresszustand hindeutet. In der Trockensubstanz der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung waren mehr Mineralstoffe (Asche), mehr organische Verbindungen und mehr Reservestoffe im pflanzlichen Gewebe enthalten.

Ein signifikant höherer Gehalt an löslicher Trockensubstanz wurde 2006 in den Früchten der kombinierten EM-Gesteinsmehl-

Behandlung festgestellt. Die Tomaten der unbehandelten Kontrolle zeigten ein niedrigeres Redoxpotential, was auf einen geringeren oxidativen Stress hinweist.

Der pH-Wert ergab in beiden Jahren keine signifikanten Unterschiede. Im Lagerversuch (20 Tage bei 12°C) zeigten die Früchte der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung geringere Ausfälle als in der Kontrolle, was allerdings nicht statistisch abzusichern war.

Die Messung von Chlorophyll zeigte signifikant höhere Gehalte an Chlorophyll 'ab' und Chlorophyll "a" in den mit kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandelten Pflanzen. Hinsichtlich der Nährstoffe in den Blättern ergab die Auswertung 2007 eine leichte Steigerung von Hauptnährstoffen in der Kontrollvariante. Dagegen war der Fe-Gehalt in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung zu beiden Beprobungsterminen (1.6. bzw. 2.7.2007) signifikant höher. Die kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung zeigten einen signifikante Unterschied gegenüber den unbehandelten Tomaten bei den Biophotonen. Die LTP-Allergene wurden in den Kontrollfrüchten, nicht jedoch in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung nachgewiesen.

Die elliptische Aufstellung der Töpfe war in beiden Jahren insgesamt nicht signifikant als die Aufstellung in gerader Reihe. Daraus lässt sich folgern, dass es keinen Einfluss der Aufstellung gibt.

In dieser Arbeit konnten durch den Einsatz von „Effektiven Mikroorganismen“ kombiniert mit Gesteinsmehl bei Tomaten in Töpfen im geschützten Anbau zum Teil signifikante Verbesserungen in Ertrag und Krankheitstoleranz erzielt werden. Weitere Forschungen sind notwendig, um diese Ergebnisse auch mit anderen Kulturen unter Folienanbau in Erde sowie im Freiland zu bestätigen sowie um die Wirkungsweise der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung abzuklären.

1 PROBLEMSTELLUNG UND FORSCHUNGSFRAGEN

Wenn die Bodenfruchtbarkeit bedroht ist, ist die nachhaltige Pflanzenproduktion in Gefahr. Deshalb sind Wissenschaftler und Praktiker geradezu verpflichtet, eine Lösung zu finden, damit Erde und Pflanzen gesund werden.

Zurzeit konkurrieren mehrere landwirtschaftliche Ansätze miteinander (ALBRECHT 1995). Auf der einen Seite sind es die Anhänger gentechnologischer Methoden, die genetisch veränderte Organismen verteidigen (PROWALD 1994); auf der anderen Seite Produktionsverfahren, die sich an den ökologischen Mechanismen der Natur orientieren (ROTTACH 1984, PURDUE 2000, LAPPÉ et al. 2000).

Dieser natürliche Ansatz war der Grund für diese Studie. Viele Menschen sind bestrebt, sich gesund zu ernähren. Dafür ist auch eine gesunde Erde notwendig, denn nur dann sind auch die Pflanzen gesund.

Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit sind Forschungsarbeiten aus Okinawa/Japan (KYAN et al. 1999, HIGA 2002), die weltweit an verschiedenen Universitäten und landwirtschaftlichen Unternehmen bestätigt wurden (HIGA 2000, POMMERESCHE 2004, FORMOWITZ et al. 2007). Nach den Forschungsarbeiten der Universität Hohenheim in Deutschland (MAYER et al. 2007) zeigt die Anwendung von „Effektiven Mikroorganismen“ in 3 verschiedenen Kulturen in 3 Jahren einen nach oben gehenden Trend im Vergleich zu Kontrolle (ohne EM) des Ertrags der getesteten Pflanzen. Dieselbe Tendenz wird auch in den Substraten beobachtet, die mit „EM¹“ behandelt wurden.

Mehrere Studien haben gezeigt, dass Impfungen von Böden und Pflanzen mit Mikroorganismen die Qualität und Gesundheit des Bodens (AYLESWORTH 1975, SCHLEGEL 1985, POMMERESCHE 2004, MAYER et al. 2007) sowie das Wachstum, den Ertrag und die Qualität der Feldfrüchte erhöhen können (HIGA et al., 1999, HIGA 2000).

Es gibt im Englischen einen alten Spruch: „*Corruption is the mother of vegetation*“ (Frei übersetzt: Zersetzung ist die Mutter des Lebens). Damit ist gemeint, dass die toten und abgebauten Pflanzen und Tiere die besten Nährstoffe für neue Pflanzen sind. Die wichtigsten Organismen, die die biologische Zersetzung nutzen, sind die Mikroorganismen. Was den Einsatz von EM (HIGA 2002) betrifft, kann man vorausschicken, dass sie keineswegs ein Ersatz für andere landwirtschaftliche Maßnahmen sind, sondern eine zusätzliche Dimension, um die Praktiken der biologischen Landwirtschaft und dessen Produktivität zu optimieren (HIGA 2002).

Im Rahmen dieser Versuche soll deshalb folgende Hauptfrage beantwortet werden:

- Hat der Einsatz von EM kombiniert mit Gesteinsmehl als Pflanzenstärkungsmittel bei Tomaten im geschützten Anbau

¹ Abkürzung für Effektive Mikroorganismen. „EM“ (wirksame Mikroorganismen), ist der allgemeine Name, der die Technologie der heilsamen Mikroorganismen wie die Photosynthese - Hefe und Milchsäure - Bakterien bezeichnet. Diese Technologie ist natürlich und benutzt die heilsamen Mikroben, um der Umwelt neue vorteilhafte Mikroorganismen zu liefern, nach Prof. Higa.

positive Auswirkungen in den Bereichen Boden, Wachstum, Pflanzengesundheit, Ertrag und Qualität der Früchte?

2 GRUNDLAGEN FÜR ANBAU UND UNTERSUCHUNG

2.1 EFFEKTIVE MIKROORGANISMEN

Professor Higa², von der Landwirtschaftlichen Fakultät der Ryukyuniversität, Okinawa/Japan, hat in seiner 20-jährigen Forschung eine Mischung von Mikroorganismen entwickelt, die Verbesserungen in vielen Bereichen unseres Lebens (zum Beispiel Medizin) bringen soll. Diese Mischung von „Effektiven Mikroorganismen³“ (HIGA 2000) besteht aus verschiedenen Arten von Mikroorganismen, die in der Natur gesammelt und in spezifischer Weise gezüchtet werden. Es sind dieselben Mikroorganismen, die in Symbiose in unserem Körper gleichzeitig vorhanden sind, und die uns helfen, ein intaktes immunologisches System zu erhalten.

Die Bestandteile dieser Mischung sind komplex. Man weiß aber, dass die wichtigen Mikroorganismen in EM (Lösung die die wirksamen Mikroben (nicht pathogene) erhalten) Milchsäurebakterien⁴ (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*), Hefe-Bakterien⁵ (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*), Photosynthesebakterien⁶ (*Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodobacter spaeroides*), und Actinomycetes (*Streptomyces albus*, *S. griseus*) sowie Pilze (*Aspergillus orizae*, *Mucor hiemalis*) (KYAN et al. 1999, HIGA 2002)⁷. Ein wesentliches Charakteristikum dieser Mischung ist die symbiotische Koexistenz von aeroben Mikroorganismen, welche Sauerstoff zum Überleben benötigen, und anaeroben Mikroorganismen, welche nur dort überlebensfähig sind, wo kein Sauerstoff vorhanden ist.

Etliche Mikroorganismen (davon auch die EM - Mischung) sind in der Medizin und der Lebensmittelindustrie schon lange bekannt (AYLESWORTH 1975) und für Tiere (z.B. Fische), Pflanzen, Boden und Wasser äußerst nützlich (AYLESWORTH 1975, DREWS 1983). Die „Effektiven Mikroorganismen“ werden selbstverständlich nicht genetisch manipuliert (HIGA 2000) und ihre Unbedenklichkeit hat sich über viele Jahre durch verschiedenste Forschungen sowohl in Japan als auch in anderen Ländern immer wieder bestätigt (ZUANG 1987, MAU 2002).

² Universitätsprofessor, geboren am 28. Dezember 1941 in Okinawa, Japan. 1982, Entdecker von EM, verbringt fast die Hälfte des Jahres im Ausland, um in anderen Ländern die EM - Technologie in der Landwirtschaft und auf anderen Gebieten zu verbreiten (HIGA, 2000).

³ Die Entstehungsgeschichte der Effektiven Mikroorganismen geht ungefähr auf das Jahr 1968 zurück. Um diese Zeit begann sich Prof. Tatsuji Kobayashi in seinen Arbeiten mit der Verwendung von Photosynthesebakterien in der Landwirtschaft zu befassen. Er führte darin eine mögliche positive Wirkung auf Pflanze und Pflanzengesundheit durch Photosynthesebakterien an. Zur selben Zeit startete Prof. Teruo Higa einige Versuche mit Mandarinen und Wassermelonen, bei denen Photosynthesebakterien eingesetzt wurden. Er konnte dabei beobachten, dass die Pflanzen sehr gesund waren. In ihm reifte der Gedanke heran, dass sich Mikroorganismen vielleicht positiv auf die Pflanzengesundheit auswirken könnten (HIGA 2002).

⁴ Die Milchsäurebakterien fermentieren organisches Material und produzieren organische Säuren, die das Wachstum von pathogenen Keimen hemmen.

⁵ Die Hefen fermentieren organisches Material und produzieren Vitamine und Aminosäuren.

⁶ Photosynthesebakterien sind die Schlüsselkomponenten in EM. Indem sie helfen, das Gleichgewicht mit den anderen nützlichen Mikroorganismen aufrechtzuerhalten, ermöglichen sie allen, gemeinsam zu existieren und zusammenzuwirken.

⁷ Diese Mikroorganismen sind einige der Stämme von anabiotischen Mikroorganismen (= wieder belebende Mikroorganismen)

Die Anwendung von EM sowohl in der konventionellen Landwirtschaft als auch im Biolandbau nimmt zu. Es ist auch bestätigt, dass EM vor allem im anaeroben Bereich arbeitet, deswegen sind sie besonders dort einsetzbar, wo Abbauprobleme, Gestank und Verschlammung auftreten.

2.2 EFFEKTIVE MIKROORGANISMEN UND IHRE WIRKUNG

Selbstverständlich ist die Anzahl von Mikroorganismen in unserem Lebensraum sehr hoch. Mikroorganismen erfüllen komplexe Aufgaben im Stoffwechsel von Boden, Pflanze, Tier und Mensch (AYLESWORTH 1975).

Welchen Beitrag können die EM von Prof. HIGA in der Landwirtschaft liefern? Es gibt hierzu noch relativ wenige Publikationen. Berichte und wissenschaftliche Untersuchungen (ZUANG 1987) bestätigen Erfolge im Gemüseanbau mit Hilfe von EM. Auch Professor HIGA (2000) schreibt über solche Erfolge ausführlich in seinem Buch. EM sollen grundsätzlich 5 wichtige Kriterien erfüllen bzw. Wirkungen haben:

1. Sie sind frei von Chemikalien, Pestiziden und Mineraldünger.
2. Sie sollen die Bearbeitung des Bodens vor der Aussaat oder Anpflanzung überflüssig machen.
3. Sie sind sicher für die Umwelt.
4. Sie sollen die Qualität der Ernten verbessern.
5. Sie sollen einen wirtschaftlichen Erfolg bringen.

2.3 DIE BESONDERHEIT DEN IN DER VORLIEGENDEN VERSUCHEN BENUTZTEN EM

Die EM Technologie hat sich weiterentwickelt. Die Standardprodukte für den Einsatz sind von der Firma „Multikraft“ entwickelt worden. Diese Firma produziert und handelt auf der Basis Effektiver Mikroorganismen von Prof. Dr. TERUO HIGA verschiedener EM- Produkte in Österreich.

2.3.1 AKTIVIEREN DER EFFEKTIVEN MIKROORGANISMEN EM

Die EM benötigen eine Woche vor der Anwendung eine Aktivierung, die durch Hinzufügen von 7 l chlorfreiem Wasser und von 1,5 Kg Zuckerrohrmelasse zu 3 l EM vorgenommen wird. Diese Zutaten werden in einem geschlossenen Behälter gemischt und müssen 7 Tage bei 32-37 °C reifen.

Der pH-Wert ist auch ein Bestimmungsfaktor. Es wurde angezeigt, dass der pH-Wert der EM etwa 4,5 betragen soll. Nach Fertigstellung (7 Tage) müssen die EM bei 18 °C kühl gelagert werden.

2.3.2 „EM- BOKASHI“

„EM- Bokashi“ ist ein organisches Material. Es ist das Endprodukt der Kompostierung und stammt aus der Fermentation verschiedenartiger biogener Abfälle (zum Beispiel Mist, Stroh, Weizenkleie etc.) mit Hilfe von EM.

Das Produkt (2.2) wurde bei Bedarf (ca. alle 3 Wochen) von der Firma Multikraft frisch zur Verfügung gestellt.

2.4 DAS EXPERIMENT VON BLOKSMA⁸ (1995)

Zur Frage, inwieweit die Aufstellungsweise der Töpfe einen Einfluss auf die Versuchsergebnisse hat, kann die Arbeit von JOKE BLOKSMA (1995) herangezogen werden.

„Das Experiment mit den Topfbäumen wurde in zwei verschiedenen Aufstellungen ausgeführt. Einmal in Kreisauflistung und einmal in Blockaufstellung nach den üblichen landwirtschaftlichen Untersuchungsmethoden. Nur in der Kreisauflistung werden deutliche Unterschiede durch die verschiedenen Behandlungen sichtbar. Bei der Blockaufstellung sind die Unterschiede so klein, dass sie statistisch nicht gravierend sind. Bei der Blockaufstellung macht es einen Unterschied, ob ein Baum zufällig wohl oder nicht gleichbehandelte Nachbarn hat. Die Bäume mit gleichbehandelten Nachbarn sind auffallend höher als die Bäume ohne gleichbehandelte Nachbarn, ohne Rücksicht auf die Behandlung“.

2.5 BESCHREIBUNG DER TOMATE

Die Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ist eine Krautpflanze, die zur Familie der Nachtschattengewächse gehört. Zu dieser Familie zählen auch die Peperoni, die Aubergine und der Tabak. In südlichen Klimaten, zum Beispiel in Afrika, ist sie als Freilandkultur einer konstanten Umweltunbeständigkeit ausgesetzt. Im Gegensatz dazu wird sie in nördlichen Ländern (Mitteleuropa) vorwiegend in Gewächshäusern kultiviert. So schützt man die Kultur vor Ertragseinbußen durch Schlechtwetter, aber auch vor Insekten und Krankheiten (LANGLAIS et al. 2000).

Kälte oder Frost verursachen große Verluste, die Pflanze verhält sich aber tolerant gegenüber hohen Temperaturen (KRUG 1991, GEISSLER et al. 1991). Diese erhöhten Temperaturen sollten die Temperatur von 35 °C nicht überschreiten, sonst kommt es zum Stillstand des Wachstums und zu bestimmten Nährstoffmängeln, die auf die Unbeweglichkeit nahrhafter

⁸ Joke Bloksma ist eine Forscherin am Louis Bolk Institut, NL Dribergen. Sie hat in einem Forschungsprojekt über die Wirkung von potenziertem Gold, biologisch-dynamischen Präparaten und von menschlicher Zuwendung auf Apfelbäume geforscht. Es war ein Projekt, bei dem sie als Forscherin nach neuen Wegen suchte.

Elemente im Boden zurückzuführen sind. In Kulturen kann die Tomate verschiedene Wachstumshöhen erreichen. In Freilandkulturen erreicht die Tomate üblicherweise keine 2 m Höhe, in geschützten Kulturen erreicht sie eine Höhe von 30 bis 150 cm.

Tomaten sind unter günstigen Klimabedingungen mehrjährige Pflanzen, die jedoch nur einjährig kultiviert werden (VOGEL 1996). Als einjährige Kultur im geschützten Anbau kann sie eine Länge bis 20 m erreichen⁹. Die gesamte Pflanze ist behaart und die Blüten bilden sich nach und nach, je nach bestimmtem Typ (GEISSLER et al. 1991). Blätter und Fruchtform der Tomaten sind sehr variabel. Sie sind abhängig von der Sorte. Die Farbe der Fruchthaut wird maßgeblich durch Lycopin und Carotin hervorgerufen (KRUG 1991). Die Fruchttomate wird botanisch als Beere gesehen. Unter dem Gesichtspunkt des Gartenbaus wird die Tomate als Gemüse angesehen.

2.6 KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE DER TOMATE

Krankheitserreger können der allgemeinen biologischen Harmonie der Pflanze schaden. Diese Schaderreger verursachen und verschlechtern sowohl die Qualität als auch die Quantität der Ernte und reduzieren den wirtschaftlichen Erlös.

Die Tomate reagiert sehr empfindlich bei unterschiedlicher Umweltbedingungen, plötzlichen Änderungen der Temperatur und unangemessenen Wassermengen (MÜLLER et al. 1971, VOGEL 1996, PELZMANN 2004). Während des Fruchtwachstums wurden bei den Tomaten Wachstumsspalten beobachtet, so dass eine Anfälligkeit für verschiedene Infektionen gegeben ist (HOFFMANN et al. 1983). Im Fall der Wachstumsspaltung kann der Ertrag radikal sinken.

KRUG et al. (2002) schreiben: "Der Mangel an der Qualität der Früchte kann durch einen Befall der Krankheit konditioniert sein, z.B. durch Viren oder physiologische Störungen". Eine am INRA¹⁰ durchgeführte Studie (www.inra.fr/dpenv/silvyd19.htm-53k) schätzt die jährlichen Ertragsverluste bei Gemüsekulturen, die auf plötzliche Krankheiten (oder auch Viren) zurückzuführen sind, auf ca. 40 %.

Die Krankheiten in aller Kürze sind: Blattrollen, Bormangel, Eisenmangel, Blütenendfäule bzw. Kalziummangel (BER Blossom End Rot), Magnesiummangel, Aufplatzen der Früchte, Goldpünktchen (Tomato pox), Grün- oder Gelbkragen, Wassersucht oder Wasserkrankheit, Befruchtungsmangel, Gerstenblüten, Haferblüten, Beerenfrüchte, Nasenbildung, hohle eckige oder kantige Früchte, Tomatenmosaikvirus (ToMV = Tomato mosaic

⁹ Nach eigenen fachmännischen Erfahrungen

¹⁰ Institut National de Recherche Agronomique /France

virus), TYLCV= Tomato leaf curl virus, Kartoffel-Y-Virus oder Strichelkrankheit (Patato virus Y) Bronzefleckenkrankheit (TSWV = Tomato spotted wilt virus), *Clavibacter michianense* ssp. Michiganense Jensen (Bakterienwelke), Umfallkrankheit, *Alternaria solani* (Dürrfleckenkrankheit), *Botrytis cinerea* Pers. (Grauschimmel), *Cladosporium fulvum* Cooke (Samtfleckenkrankheit oder *Oidium lycopersici* bzw. *Leveilula taurica* (Echter Mehltau), Braunfleckenkrankheit)), *Didymella lycopersici* Kleb. (Didymella-Stängelgrundfäule), *Fusarium oxysporum* f. sp. Lycopersici (Fusarium-Welke), *Phytophthora infestans* de Bary (Kraut- und Braunfäule), *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae* (Phytophthora- Stängelgrundfäule), *Pyrenochaeta lycopersici* Schneid. Et Gerl. (Korkwurzelkrankheit), *Rhizoctonia solani* Kühn (Rhizoctonia-Stängelgrundfäule), *Sklerotinia sclerotiorum* de Bary (Sklerotinia-Welke), *Verticilium alboratum* R. et B., *Vertillium dahliae* Kleb (Verticilium-Welke), *Aculps lycopersici* (Rostmilbe), *Aulacorthum solani* (Grünfleckige Kartolleblattlaus), *Bemisia tabaci* (Weiße Fliege bzw. Tabakmottenschildlaus), *Frankliniella occidentalis* Perg (Thrips), *Macrosiphum euphorbiae* (Grünstreifige Kartoffelblattlaus), *Meloidogyne halpa* Chit. und *Meloidogyne incognita* Kofoid plus White (Wurzelgallenählchen), *Myzus persicae* (Grüne Pfirsichblattlaus), *Tetranychus urticae* Koch (Spinmilbe), *Trialeurodes vaporiorum* Westw. (Weiße Fliege bzw. Gewächshausmottenschildlaus).

3 ZIELE DER ARBEIT

Es handelt sich um eine Untersuchung von Tomaten in Töpfen im geschützten Anbau unter Bedingungen des ökologischen Landbaus, folgend der Regelung „EUVO2092/91“ der Europäischen Union. Die Studie hatte als Ziele:

1. den Einfluss der „Effektiven Mikroorganismen“ kombiniert mit Gesteinsmehl als Mittel der Pflanzenstärkung im geschützten Tomatenanbau zu untersuchen.
2. die Untersuchung der Auswirkungen von EM kombiniert mit Gesteinsmehl auf Ertrag und Qualität der angebauten Tomaten.
3. das Testen der Auswirkungen von EM kombiniert mit Gesteinsmehl auf die Widerstandskraft gegenüber unterschiedlicher Krankheiten und Schädlingen
4. die Untersuchung der Auswirkung auf die Entwicklung der Makro- und Mikronährstoffe im Substrat und in den Pflanzenblättern.
5. den Vergleich unterschiedlicher Topfaufstellung (in geraden Reihen im Vergleich zu einer ellipsoiden Aufstellung) auf die Versuchsergebnisse.

4 MATERIAL UND METHODE

4.1 BESCHREIBUNG DES STANDORTES

Der in dieser Arbeit angelegte Versuch im geschützten Anbau wurde in einem Foliengewächshaus (30 m x 9 m) mit automatischer Lüftung und mit Umluftgebläse der Firma „PETER FIOLA“ im Versuchsgarten des Institutes für Gartenbau, Obst- und Weinbau in Wien - Jedlersdorf, Gerasdorferstrasse Nummer 103 im 21. Bezirk durchgeführt. Die Seehöhe des Versuchstandortes liegt auf 162 m. Die jährliche, durchschnittliche Temperatur beträgt 9,8 °C, der durchschnittliche Niederschlag beträgt ca. 600 mm. Das Klima ist während des Sommers ziemlich heiß und trocken. Es gibt Frost während des Winters, und der Versuchsgarten liegt sehr windexponiert.

4.2 VERSUCHSMATERIAL

Als Versuchsmaterial dienten die Tomatensorte „CASSIOPEIA“ in der Anbausaison 2006 und die Tomatensorte „Mercedes“ im Jahr 2007. Das Saatgut dieser Sorten wurde als Normal Saatgut bei der Firma „Austrosaat“ bezogen. Laut Sortenbeschreibung (AUSTROSAAT 2006) handelt es sich bei beiden Sorten um kräftige, ständig wachsende, sehr produktive Typen, mit hoher Lagerbeständigkeit und mittelfrüher Reife. Die flachrunden Früchte sind fest, erreichen ein Durchschnittsgewicht von 130-140 g und sind sogenannte Hellfrucht- Typen. „CASSIOPEIA“ ist für den Anbau im Gewächshaus geeignet und resistent gegen Tomatenmosaikvirus, Verticilium, Fusarium 0, 1, 2, Wurzelfusarium und Samtflecken C₅. Sie ist eine Sorte mit hoher Ertragsleistung und zum Sortenschutz angemeldet. Die Sorte „MERCEDES“ wurde wegen ihrer hohen Fruchtqualität gewählt. Die Eigenschaften dieser Sorte sind ähnlich der von „CASSIOPEIA“, außer dass „MERCEDES“ eine Freiland- und Gewächshaussorte ist (Austrosaat 2006).

Beide Sorten erfordern für einen angemessenen Ertrag einen Boden mit guter Struktur, reich an organischer Substanz und mit hoher bodenbiologischer Aktivität. Die Pflanzenanzucht erfolgte in von der Firma „Multikraft“ und der Firma „Josef Gerner¹¹“ zur Verfügung gestellten Pflanzensubstraten (Biologische Blumenerde (EDAPHOS[®] e-Mix = Edaphos 2 + Mest-Best¹² 3).

11 Der Erzeuger beschreibt das Substrat: Hohe Strukturstabilität für Stecklinge, auch bei Langzeitkulturen mit hohem Luft und Wasserbedarf, langsam fließende Nährstoffquelle durch Grünschnittkompost und Ton - Humuskomplex durch die Zugabe von Edaphos. Substanzen:

pH-Wert	:	5 - 6,5
Leitfähigkeit mS/cm	:	< 1,6 ~ 15
Stickstoff verfügbar N	:	15 - 200 mg/l FM
Phosphat verfügbar P ₂₀₅	:	100 - 300 mg/l FM
Kaliumoxid verfügbar K ₂₀	:	150 - 400 mg/l FM.

Die Wertbestimmenden Bestandteile lautet: 1) 15% - 25% „Edaphon“ zur Bodenverbesserung, (Tonkomplex- Humus und Erhöhung der Nährstoffreserven). 2) 20% - 35% Perlite (Vulkangestein) zur Erhöhung des Gesamtporenvolumens und Regulierung der Luft-Wasserverteilung im Boden. 3) 45% - 55% Sphagnumtorf (Weissmoorstorf) zur Bodenverbesserung, Erhöhung der Wasserspeicherkapazität und organische Substanz.

¹² Mest-Best : Organischer Volldünger für Gemüse, Blumen und Rasen aus Rhizinusschrott, Tonmineralien, Seetang und biologisch/dynamischen Präparaten.

Um die Vergleichbarkeit der beiden Substrate festzustellen, wurden Gesamtstickstoff, Mineralstickstoff sowie pflanzenverfügbares Kalium und Phosphor am Institut für Ökologischen Landbau (Tabelle 3) bestimmt.

4.3 VERSUCHSVARIANTEN

Der Versuch wurde in einem „Complete Randomized Block Design (RCBD)“ mit 3 Faktoren angelegt. Es gab 2 Behandlungen (EM und Leitungswasser) und 2 Aufstellungsvarianten (in einer Reihe und in Ellipsenform) und pro Variante 5 Blöcke. Jeder Block hatte 8 Pflanzen, d.h. es waren 40 Pflanzen in jeder Behandlung (Grafik 1):

1. Kontrolle unbehandelt randomisiert in geraden Reihen.
2. Mit EM-Gesteinsmehl behandelt randomisiert in geraden Reihen.
3. Kontrolle unbehandelt randomisiert in Form einer Ellipse.
4. Mit EM-Gesteinsmehl behandelt randomisiert in Form einer Ellipse.

4.4 EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNGEN¹³

In beiden Jahren erfolgte eine Beimengung von fermentiertem Weizenkleie (= Bokashi¹⁴) - Kompost in EM-Gesteinsmehl-Behandlung. Das Substrat mit der Kontrollvariante im Jahr 2006 enthielt keine Weizenkleie, während im Jahr 2007 auch in der Kontrolle gleiche Menge Weizenkleie (= nicht fermentiert) zugesetzt wurde.

EMa[®] wurde den Pflanzen in angemessener Dosis mit Hilfe eines effektiven automatischen Bewässerungssystems mit einem niedrigen Wasserdruck zugefügt. Um das Zustopfen der Mündungen des Wasserüberganges zu vermeiden, wurde eine Filtervorrichtung an der Stelle installiert, wo diese auf das System eingeht. Auch die Tropfbewässerung verteilte das System automatisch Wasser zu jeder Pflanze. Ins Bewässerungswasser, das in einer Zisterne von 800 l Kapazität war, und das auf eine Höhe von 2 m gesetzt wurde, wurde EMa[®] in angemessener Dosierungen hinzugefügt. Die Verdünnung lag immer bei 1:200 (5 ml EMa[®] in 1 l Wasser).

Die Spritzung mit EMa[®]- „EM 5“ - „EM FPE“ - Gesteinsmehl¹⁵ wurde im Abstand von 3 Wochen (Tabelle 1) durchgeführt. Anfangs wurde es über einen Handzerstäuber, Marke „EVA-GDM PROFESSIONAL“ der Firma „Di Martina“, später mit einer Rückenspritze bespritzt.

¹³ Die kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung

¹⁴ Es handelt sich um eine asiatische Form der Kompostierung und heißt übersetzt „fermentative Umsetzung“

¹⁵ Vulkanlava-Diabas Urgesteinsmehl BIO-LIT; Zusammensetzung im Anhang

Vor der Besprühung der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung wurde jeweils die Versuchsfläche von der Kontrollfläche mittels einer dafür installierten Kunststoff/Kompostfolie (Abbildung 1) getrennt. Dies war notwendig, damit die Kontrollfläche mit der kombinierten EM-GESTEINSMEHL Sprühlösung nicht in Berührung kommen konnte. Die Spritzungen erfolgten an jeweils 7 Zeitpunkten für die beiden Anbausaisonen von 01.06.2006 bis zum 07.10.2006 bzw. von 09.05.2007 bis 19.09.2007 (Tabelle 1)



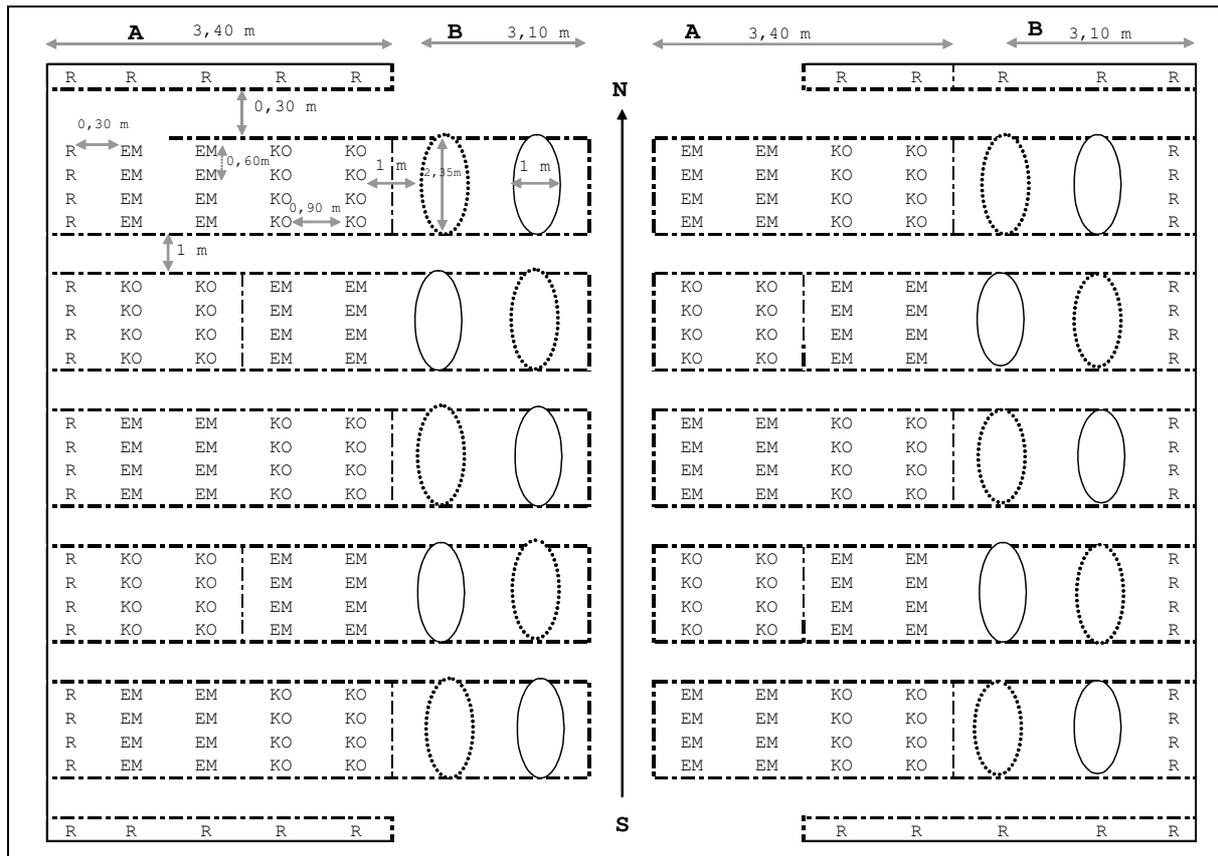
Abbildung 1: Trennkunststofffolie für die EM Sprühungen.

Tabelle 1: Durchgeführte Spritzungen in der Variante EM in der Anbausaison Jahr 06 - 07

Datum		Mittel	Konzentration	Wasser	Anzahl der behandelten Pflanzen
2006	2007	EMa® + EM5 + EM FPE + Gesteinsmehl	0,33 % + 0,06 % + 0,06 % + 0,80 %	1,5 l	80
01.06.	29.05.	EMa® + EM5 + EM FPE + Gesteinsmehl	1,50 % + 0,03 % + 0,03 % + 0,12%	10 l	80
27.06.	19.06.	EMa® + EM5 + EM FPE + Gesteinsmehl	1,50 % + 0,03 % + 0,03 % + 0,12%	10 l	80
18.07.	10.07.	EMa® + EM5 + EM FPE + Gesteinsmehl	1,50 % + 0,03 % + 0,03 % + 0,12%	10 l	80
08.08.	31.07.	EMa® + EM5 + EM FPE + Gesteinsmehl	1,50 % + 0,03 % + 0,03 % + 0,12%	10 l	80
29.08.	21.08.	EMa® + EM5 + EM FPE + Gesteinsmehl	1,50 % + 0,03 % + 0,03 % + 0,12%	10 l	80
19.09.	11.09.	EMa® + EM5 + EM FPE + Gesteinsmehl	1,50 % + 0,03 % + 0,03 % + 0,12%	10 l	80
07.10.	01.10.	EMa® + EM5 + EM FPE + Gesteinsmehl	1,50 % + 0,03 % + 0,03 % + 0,12%	10 l	80

Tabelle 2: Durchgeführte Arbeiten

Datum		Maßnahme	Details
2006	2007		
18.04.	28.03.	Aussaat	*125 Samen pro Variante gesät.
25.04.	07.04.	Aufauflaufzeit	*Die ersten Pflanzen sind sichtbar.
08.05.	19.04.	Ende der Auflaufzeit	*Am diesem Tage wurden auch alle Pflänzchen beider Varianten in 9 cm Töpfe pikiert.
09.-19.05.	22.04.-15.05.	Pflege der Jungpflanzen	*Auszählung der junge Pflanzen; Umtopfung in 9 cm x 9 cm x 6,5 cm. *Geiztriebe ausbrechen. Substratsfüllung in der größten Töpfe (30 cm Durchmesser 12l Volumen; Aufstellung der Pflanzencontainer in Randomisierten Blöcken und Ellipsenblöcke Pflanzungen zu je 80 Stück sowie Bewässerung der Container;
01.-02.06.	16.-17.05.	Befüllung und Aufstellung	Umtopfung von 190 Tomatenjungpflanzen, 30 davon als Randpflanzen.
05.06.	20.05.	Abstützung	*Die Tomatenpflanzen wurden mittels Schnur und Clips hoch abgestützt
13.06.	15.06.	Beobachtung	*Hose Temperatur entstanden (38°C in 2006 und 45-60°C in 2007); Wachstumsprobleme *Gekrümmte Blätter
31.07-08.10	02.07-02.11.	Erntezeitpunkt	*Ernten, Abwiegen, Analyse und Statistik.



In Reihe randomisiert (A)

Ellipsenförmige randomisiert (B)

EM (⊖): EM-Gesteinsmehl-Behandlung KO (○): Kontrolle unbehandelt
 R: Randpflanzen

Grafik 1: Versuchsanordnung im Folientunnel Anbausaison: 2006 (links) und 2007 (rechts)

4.5 STATISTIK

Die statistische Auswertung erfolgte nach Möglichkeit mit dem Statistikprogramm SPSS Version 15,0. Die Analyse wurde mittels dem „allgemeinen linearen Modell“ durchgeführt, und die Parameter wurden mit der Option „Mittelwerte“ berechnet. Die benutzten statistischen Verfahren waren Resudentests auf Normalverteilung, deskriptive Statistiken, Test auf Homogenität der Varianzen und ANOVA ($P < 0,05$). Beide Versuchsjahre wurden getrennt verrechnet. Die Anlage erfolgte in Form eines vollständig randomisierten Blockversuchs (RCBD) mit 3 Faktoren (Variante, Aufstellung und Block). Der Faktor „Block“ wurde nicht benutzt, weil alle getesteten Parameter keinen Unterschied zeigten.

5 MAKRO- UND MIKRO-NÄHRSTOFFE

5.1 EINLEITUNG

Am Institut für Garten-, Obst- und Weinbau des Departments für angewandte Pflanzenwissenschaften der Universität für Bodenkultur wurde der Einsatz von „Effektiven Mikroorganismen (EM)“ kombiniert mit Gesteinsmehl als Pflanzenstärkungsmittel bei Tomaten in einem Gefäßversuch geprüft. Es wurde die Auswirkung der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung auf die Pflanzengesundheit sowie auf die Menge und Qualität der produzierten Tomaten bewertet. Aufgrund der kaum trennbaren Einheit des Systems Boden-Pflanze bzw. Substrat-Pflanze und weil die Wirkung der EM hauptsächlich über das Substrat vermittelt wurde (Applikation von EM über „Bokashi Kompost“ und in Form von EMa[®] mit dem Gießwasser), sind in diesem Zusammenhang natürlich die Veränderungen im Substrat von besonderem Interesse. Daher wurden am Institut für Ökologischen Landbau, ergänzend zum oben genannten Versuch, Untersuchungen bezüglich der Entwicklung des Stickstoffpools und der Auswirkung auf die gesamte mikrobielle Biomasse im Substrat durchgeführt (RINNOFNER et al. 2008). Die Bestimmung des Nährstoffgehalts der Pflanze wurde am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung durchgeführt.

5.2 METHODE

Für die Analyse der Nährstoffe in der Pflanze wurden zu 3 Zeitpunkten Pflanzenproben herangezogen: 1. voll entwickelte Blätter zu Blühbeginn, 2. zur vollen Befruchtung und 3. zwischen vegetativen und generativen Pflanzenorganen, besonders zum Zeitpunkt der Reife aus den Tomatenpflanzen. Insgesamt wurden 2 Pflanzenanalysen im Rahmen der Makro und Mikro- Nährstoffsbestimmung in 2 Tomatenblättern pro Pflanze und jeweils 16 Pflanzen pro Wiederholung je Variante durchgeführt. Die Blätter wurden im Trockenschrank 24 Stunden lang bis zur Gewichtskonstanz bei 40°C getrocknet. Dann wurden sie mit dem Handmörser zerkleinert. Ca. 500 mg der Trockensubstanz wurden 4 Stunden bei 103° C getrocknet und in 50 ml Kölbchen eingewogen. 10 ml Dreisäuregemisch (10 Teile HNO₃, 1 Teil H₂SO₄, 0,5 Teile HClO₄) wurden zugegeben. Nach einer Nacht im Abzug wurden die Gehalte der Haupt- und Spurenelemente gemessen.

Das CNS-2000 von LECO ist ein Analysensystem zur Bestimmung des Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelgehalts in einer Vielzahl organischer Materialien. Das Gerät ist mikroprozessorgesteuert. Die Messung erfolgt über einen nicht-dispersiven Infrarotdetektor.

Der Messwert auf dem Bildschirm wird als Stickstoffkonzentration angezeigt und schließlich abgespeichert.

Die Nährstoffelemente in den Blättern wurden durch ein Atomabsorptionsspektrophotometer gemessen. Dieses Gerät besteht aus einer geeigneten Lichtquelle, welche nur elementspezifische Wellenlängen ausstrahlt. Alle anderen Elemente, welche in der Probe sein können, werden nicht berücksichtigt. Am 13.6.2007 fand die erste Bestimmung mit dem Blühbeginn statt. Am 2.7.2007 erfolgten bei der Analyse der vegetativen Pflanzenorgane die zweite und die letzte Bestimmung beider Varianten.

Die Substratuntersuchungen beurteilen die Entwicklung des Stickstoffpools in Substrat sowie die Auswirkung auf die mikrobielle Biomasse. Um die beiden Substraten zu vergleichen, wurden die Ausgangsgehalte für Gesamtstickstoff, Mineralstickstoff sowie pflanzenverfügbare Makro- und Mikronährstoffe bestimmt. Anorganischer Stickstoff im Substrat (N_{\min}) wurde mit der ÖNORM L 1091 Methode, mikrobielle Biomasse Stickstoff (N_{mic}) mit der Extraktion Begasung - Methode (BROOKES et al. 1985) gemessen.

Die Bodenuntersuchungen zielten zum einen auf die Entwicklung des Stickstoffpools im Substrat ab, zum anderen wird auch die Auswirkung auf die gesamte mikrobielle Biomasse beurteilt. Um die Vergleichbarkeit der beiden Substrate festzustellen, wurden die Ausgangsgehalte von Gesamtstickstoff, Mineralstickstoff sowie pflanzenverfügbarem Kalium und Phosphor bestimmt.

Die Analyse der Ausgangswerte N_t (Gesamtstickstoff), P und K (pflanzenverfügbar) wurde an die AGES vergeben und nach ÖNORM L 1095 (N_t), ÖNORM L 1087 (K; P) bzw. ÖNORM L 1093 (Mg) durchgeführt. Die Bestimmung des mineralischen Stickstoffs (Nitrat, Ammonium) erfolgte nach ÖNORM L 1091 (1988:2). Dabei werden die Bodenproben mit einer CaCl_2 -Lösung extrahiert und am UV-VIS Photometer gemessen: Nitrat bei 210 nm, Ammonium nach einer Farbreaktion bei 660 nm.

Die N-Mineralisierung wurde in vitro nach der Standardanweisung SAA33B00201 der AGES (KANDELER 1993) bestimmt. Danach werden 5 g Boden in Epruvetten mit destilliertem Wasser überschichtet und unter diesen anaeroben Bedingungen 7 Tage bei einer Temperatur von 40 °C inkubiert. Das dabei gebildete Ammonium wird nach einer Farbreaktion am UV-VIS-Photometer bei einer Wellenlänge von 660 nm bestimmt.

Die Differenz zur nicht inkubierten Probe gilt als Maß für das Potential des Bodens zur Stickstoffnachlieferung. Aufgrund des hohen Ausgangsgehalts von Ammonium in den vorliegenden Proben wurde die Einwaage auf 1 g für 2006 bzw. auf 3 g für 2007 reduziert.

Die C-Mineralisierung wurde mit der Methode nach JÄGGI (1976) gemessen. Dabei wird die Bodenprobe in einem luftdicht verschlossenem Gefäß inkubiert. Um das freigesetzte CO₂ zu binden, wird ein kleines Becherglas mit NaOH eingestellt. Durch Titration der durch die Reaktion mit CO₂ nicht verbrauchten Natronlauge, kann die Menge an gebildetem CO₂ quantifiziert werden. Die Inkubation erfolgte für 28 Tage, wobei nach jeweils 7 Tagen die Natronlauge ausgetauscht wurde. Die Analyse der Ausgangswerte N_t (Gesamtstickstoff), P und K (pflanzenverfügbar) wurde an die AGES vergeben und nach ÖNORM L 1095 (N_t), ÖNORM L 1087 (K; P) bzw. ÖNORM L 1093 (Mg) durchgeführt. Die Bestimmung des mineralischen Stickstoffs (Nitrat, Ammonium) erfolgte nach ÖNORM L 1091 (1988:2). Dabei werden die Bodenproben mit einer CaCl₂-Lösung extrahiert und am UV-VIS Photometer gemessen: Nitrat bei 210 nm, Ammonium nach einer Farbreaktion bei 660 nm.

5.3 ERGEBNISSE

5.3.1 NÄHRSTOFFGEHALTE UND PH-WERT IM PFANZENSUBSTRAT

Den Nährstoffgehalten im Pflanzensubstrat wurde in dieser Arbeit große Aufmerksamkeit geschenkt. Im Folgenden werden die Nährstoffergebnisse der diversen Analysen von Tomatensubstraten aufgeführt und erklärt. Die Ergebnisse stammen vom Institut für Ökologischen Landbau an der Universität für Bodenkultur Wien und wurden von Thomas Rinnhofner und Jürgen K. Friedel geliefert.

N war im Substrat mit EM in beiden Jahren etwas höher als im Kontrollsubstrat. Die Gehalte an P und K waren im Jahr 2006 niedriger in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung, im Jahr 2007 war der P-Gehalt jedoch in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung höher und die K-Werte waren in beiden Varianten nahezu gleich (Tabelle 3).

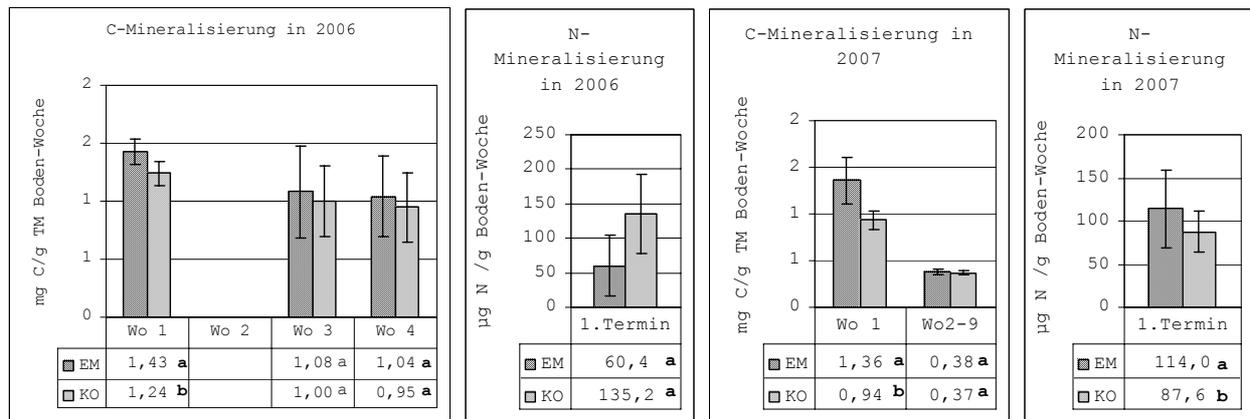
Die Werte für die Nährstoffgehalte sind nur innerhalb desselben Jahres vergleichbar. Eine statistische Absicherung ist in diesem Fall nicht erfolgt.

Tabelle 3: GEHALTE AN N, P UND K IM SUBSTRAT

Jahr	N _{gesamt}		P _{CAL-extrahierbar}		K _{CAL-extrahierbar}	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Substrat EM	1,08 %	0,99 %	834 g kg ⁻¹	879 g kg ⁻¹	3693 g kg ⁻¹	3883 g kg ⁻¹
Substrat KO	1,04 %	0,95 %	850 g kg ⁻¹	795 g kg ⁻¹	3892 g kg ⁻¹	3901 g kg ⁻¹

5.3.2 N-MINERALISIERUNG UND C-MINERALISIERUNG

Trotz eines deutlich niedrigeren Mittelwerts von N P K der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung lassen sich die Unterschiede mittels t-Test ($P < 0,05$) statistisch nicht absichern (siehe Grafik 2). Eine in der Tendenz geringere N-Mineralisierung in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung kann durch die hier höhere C-Mineralisierung erklärt werden: dieser erhöhte Abbau leicht umsetzbarer, C-reicher Verbindungen bedeutet einen erhöhten N-Bedarf für den Aufbau mikrobieller Biomasse. In der Folge wird von den Mikroorganismen weniger N als Mineralstickstoff freigesetzt.



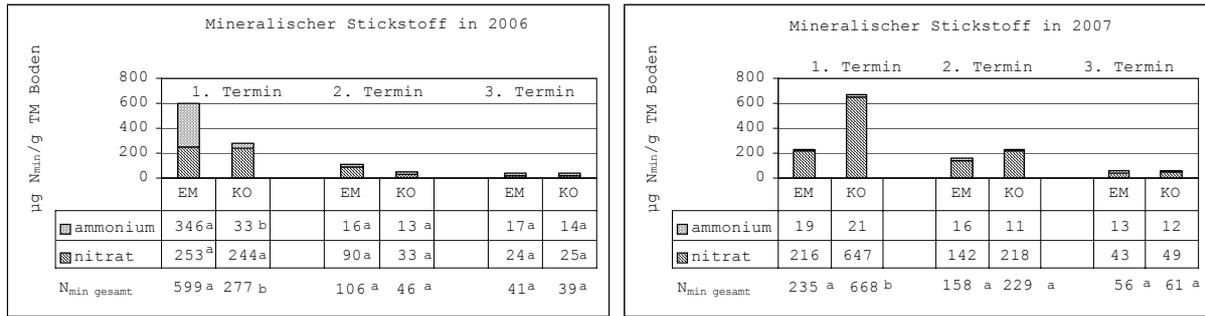
*Die Proben der zweiten Woche konnten nicht ausgewertet werden (Links in 2006), da die vorgelegte NaOH-Lösung zu gering konzentriert war und durch die Reaktion mit CO_2 in allen Proben vollkommen verbraucht wurde. Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet. Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 2: C-Mineralisierung und N-Mineralisierung von Substrat mit Bokashi; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung (EM) und Kontrollsubstrat (KO)

5.3.3 Mineralischer Stickstoff

Der mineralische Stickstoff im Boden wurde in beiden Jahren zu drei Terminen gemessen. Ein signifikanter Unterschied (t-Test, $P < 0,05$) zwischen der EM-Gesteinsmehl behandelten Variante und der Kontrolle bestand nur zum ersten Termin. Dieser war durch den vielfach höheren Ammoniumgehalt in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung begründet (Grafik 3).

Die hohe Konzentration an Ammonium ist auf den im Substrat beigemengten EM-Bokashi Kompost zurückzuführen. Beim zweiten Probetermin ist der höhere Wert an mineralischem Stickstoff in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung nicht mehr signifikant. Dasselbe gilt auch für den Nitratanteil (Grafik 3).



TM: Trockenmasse; Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.

Grafik 3: Mineralischer Stickstoff zu den Beprobungsterminen von Substrat mit Bokashi; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung¹⁶ (EM) und Kontrollsubstrat (KO)

5.3.4 MIKROBIELLE BIOMASSE

Die Messung der mikrobiellen Biomasse in Form des mikrobiellen Stickstoffs (N_{mik})¹⁷ bzw. des mikrobiellen Kohlenstoffs (C_{mik}) führte bei beiden Substraten zu ähnlichen Werten (Tabelle 4). Der Gehalt an mikrobiellem Kohlenstoff (C_{mik}) war in beiden Jahren in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höher als in der Kontrolle, der an mikrobiellem Stickstoff (N_{mik}) war statistisch nicht zu unterscheiden. Sowohl die Erhöhung der mikrobiellen Biomasse als auch der C-Mineralisierung (Tabelle 4) in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung belegt eine Erhöhung der mikrobiellen Substrat-Verfügbarkeit durch die Beimengung des „EM-Bokashi Komposts“ im Jahr 2007. 2007 wurde zum ersten und dritten Termin die mikrobielle Biomasse gemessen. Zum ersten Termin ist sowohl der Gehalt an mikrobiellem Kohlenstoff als auch an mikrobiellem Stickstoff in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höher, während zum dritten Termin nur noch der Gehalt an mikrobiellem Stickstoff signifikant höher ist.

Die Werte für die Nährstoffgehalte sind nur innerhalb desselben Jahres vergleichbar.

Tabelle 4: Mikrobieller Kohlenstoff und Stickstoff im Substrat

	C_{mik} ($\mu\text{g g}^{-1}$ Boden-TM)		N_{mik} ($\mu\text{g g}^{-1}$ Boden-TM)	
	2006	2007	2006	2007
EM	2112 a	1746 a	363 a	234 a
KO	1921 b	1414 b	338 a	161 b

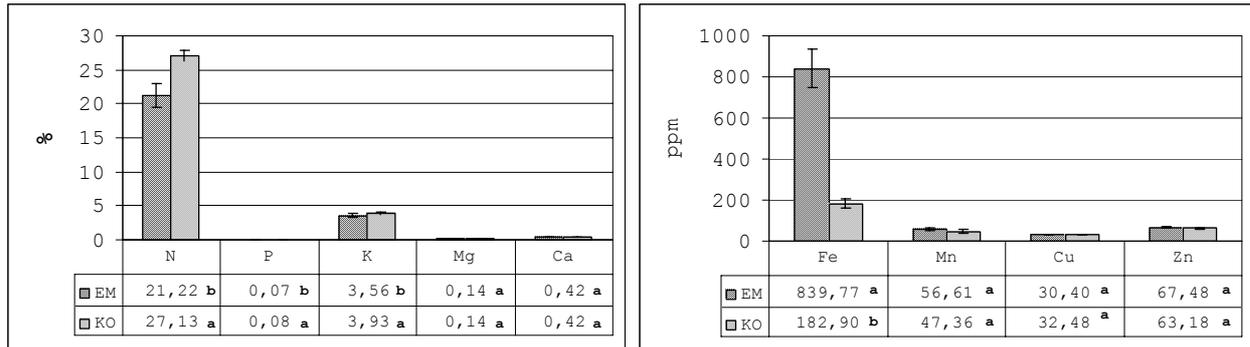
TM: Trockenmasse; Signifikante Unterschiede der Varianten ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.

¹⁶ Der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung

¹⁷ Die Stickstoffmineralisierung wurde in vitro nach der Standardanweisung SAA33B00201 der AGES (KANDELER 1993) bestimmt.

5.3.5 MINERALSTOFFGEHALTE IN BLÄTTERN

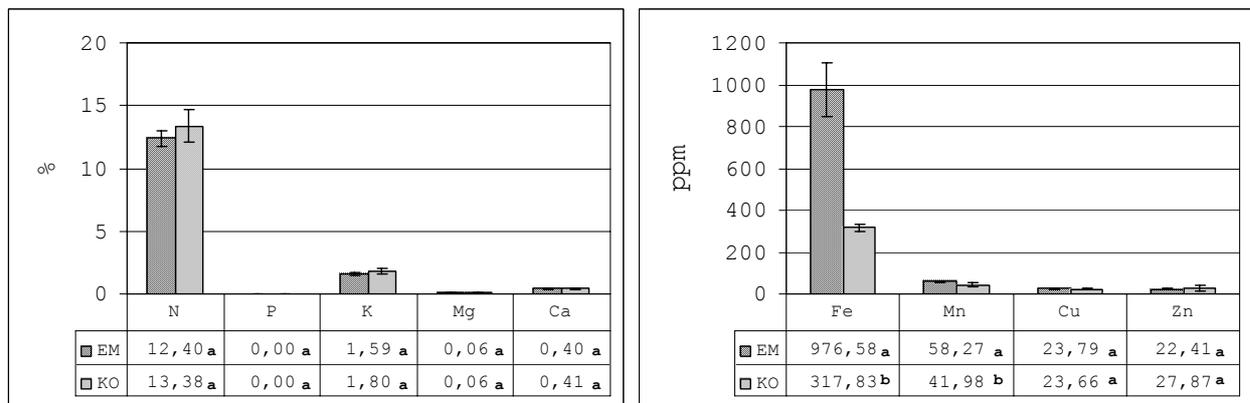
Beim ersten Termin (1.6.2007) war ein signifikanter höherer N, P und K-Gehalt in den Blättern der Kontrollvariante sowie ein höherer Fe- Gehalt in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (Grafik 4) festzustellen. Der höhere Fe-Gehalt könnte durch das Steinmehls verursacht sein, das in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung appliziert wurde. Der Cu Gehalt war in der Kontrollvariante höher, aber statistisch nicht signifikant.



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 4: Gehalt (in % und ppm) an chemischen Elementen in der Trockensubstanz grüner Tomatenblätter am 1.6.2007; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung (EM) und Kontrolle (KO)

Beim zweiten Beprobungstermin war der höhere Wert an mineralischem Stickstoff in der Kontrollvariante nicht mehr signifikant. Dasselbe gilt auch für P und K (Grafik 5). Der Fe- und Mn- Gehalt der Blätter war in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung statistisch signifikant höher als in der Kontrolle.

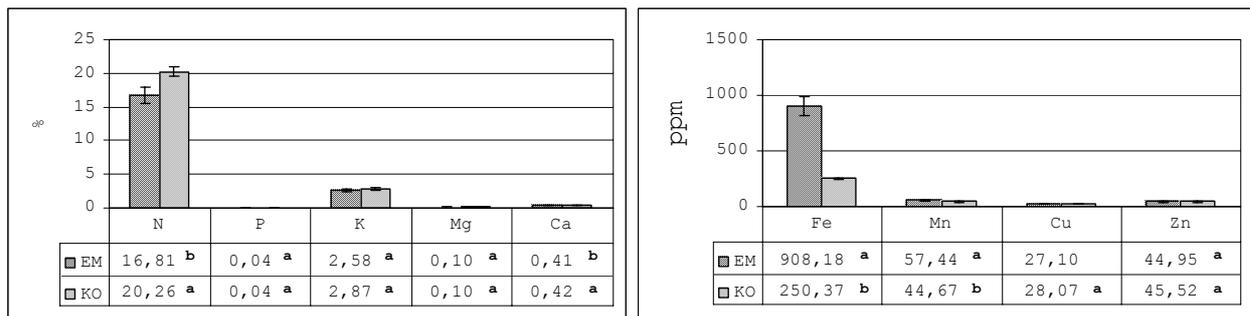


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 5: Gehalt (in % und ppm) an chemischen Elementen in der Trockensubstanz grüner Tomatenblätter am 2.7.2007; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung (EM) und Kontrolle (KO)

5.3.6 VERGLEICH VON MINERALSTOFFGEHALTEN IN DEN TOMATENBLÄTTERN

In diesem Versuch wurde die Vergleichbarkeit der 2 Versuche in Hinblick auf die Bestimmung des Nährstoffgehaltes von Tomatenblättern verglichen. Die Gesamtergebnisse der 2 Varianten zeigten deutliche Unterschiede (Grafik 6). Bei der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung waren der N-Gehalt und der Ca-Gehalt in den Blättern etwas niedriger als in der Kontrolle. Das setzte sich beim Cu-Gehalt der Blätter fort. Bei den Mikronährstoffen waren der Fe- und Mn-Gehalt bei EM signifikant höher.



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 6: Gesamtgehalt (in % und ppm) an chemischen Elementen in der Trockensubstanz grüner Tomatenblätter in 2007; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung (EM) und Kontrolle (KO)

5.4 DISKUSSION

Durch die Aufnahme von Nährstoffen beim Aufbau der Mikrobiellen Biomasse waren vor allem zum ersten, teilweise auch noch zum zweiten Termin die pflanzenverfügbaren Nährstoffe, vor allem N_{\min} , aber auch K und P in der EM-Gesteinsmehl behandelte Variante im Vergleich zur Kontrolle reduziert. So korrelierte der Gehalt von N, P und K im Substrat gut mit den Konzentrationen der entsprechenden Elemente die in den Tomatenblättern im Jahr 2007 gemessen wurden (Grafik 2, Grafik 3, und Grafik 4). Der N_{\min} -Gehalt in der Kontrolle war dramatisch höher. Die Reduktion von N in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung ist auf die dort signifikant höhere mikrobielle Biomasse zurückzuführen, was durch eine signifikant höhere C- Mineralisierung in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung bestätigt wird (Grafik 2).

Dieses Ergebnis stützt die Annahme einer Erhöhung der mikrobiellen Biomasse durch die EM-Gesteinsmehl-Behandlung. Übereinstimmend zu den beobachteten Ergebnissen steht die Arbeit von DALY et al. (1999) über den Einfluss der EM auf die pflanzliche Produktion und auf die Kohlenstoffmineralisierung.

Bis zum Ende der Inkubationszeit der Behandlung (EM plus Glucose) hatten 38% mehr C erfasst als die Kontrolle. Dagegen berichten VANDERGHEYNST et al. (2003) über einen Einfluss von EM auf die Struktur und die Mischung aus Reisstroh und Milchprodukten in Kompostieranlagen, dass in EM viel Milchsäure vorhanden ist, werden die Gärung des organischen Materials und die Produktion von organischen Säuren vorangetrieben. Daraus kann man aber nicht schließen, dass diese Ergebnisse nur auf der Wirkung von EM beruhen, sondern sie hängen auch vom Substrat und Gesteinsmehl ab. Andererseits sind diese Ergebnisse im Zusammenhang mit der Studie von DALY et al. (1999) zu sehen, die den Einfluss der EM auf die Pflanzen und die C-Mineralisierung behandelt. Die EM-Gesteinsmehl-Behandlung befreit zusätzliche 8% mehr C als die Glukose Behandlung.

Es ist verständlich, dass sich ein Ungleichgewicht der Nährstoffversorgung auf das gesamte Stoffwechselgeschehen der Pflanze negativ auswirken kann. Das zeigt der N-Gehalt in der Kontrollvariante. MENGEL (1991) schreibt, dass eine zu reichliche N-Versorgung zu dunkelgrünen, saftigen Pflanzen mit breiten Blättern führt. Das führt zu einer verminderten Resistenz gegenüber bakteriellen und pilzlichen Schädlingen, wie es in der Kontrollvariante tatsächlich zu beobachten war (Grafik 11).

ZUSAMMENFASSUNG

Die zweijährige Behandlung mit „Effektiven Mikroorganismen“ kombiniert mit Gesteinsmehl hatte eine Erhöhung der gesamten mikrobiellen Biomasse im Substrat zur Folge. Dies wurde nicht nur aufgrund der Messung der mikrobiellen Biomasse (C_{mik} und N_{mik}) belegt, sondern konnte auch durch eine höhere C- und N-Mineralisierung im Jahr 2007 bestätigt werden.

Auf Ertrag und Qualität hatte der geringere Gehalt an verfügbaren Nährstoffen keine negativen Auswirkungen. Im Gegenteil, der Ertrag an gesunden Früchten war in der EM-Gesteinsmehl behandelte Variante in beiden Jahren signifikant höher als in der Kontrolle und die in der Kontrolle anfänglich enorm hohen N_{min} -Gehalte könnten sogar mitverantwortlich für die schlechtere Pflanzengesundheit und die damit verbundenen höheren Ausfälle bei den Früchten in dieser Variante gewesen sein.

LITERATUR

- Brookes, P. C.; Landman, A.; Pruden, G.; and Jenkinson, D. S. (1985): Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial nitrogen in soil. Soil Biol. Biochem. 17, 837-842.

-
- Daly, M.J., Stewart, D.P.C. (1999): Influence of „effective microorganisms“ (EM) on vegetable production and carbon mineralisation - a preliminary investigation. *J. Sustain. Agric.* 14, 15-25.
 - Jäggi, W. (1976) Die Bestimmung der CO₂-Bildung als Maß der bodenbiologischen Aktivität. *Schweizerische landwirtschaftliche Forschung* 15, 371-380.
 - Kandeler, E. (1993): Bestimmung der N-Mineralisation im anaeroben Brutversuch. In: F. Schinner, R. Öhlinger, E. Kandeler, and R. Margesin (Hrsg): *Bodenbiologische Arbeitsmethoden*. 2. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 160-161.
 - Schloss, P.D., Hay, A.G., Wilson, D.B., Walker, L.P. (2003): Molecular assessment of inoculum efficacy and process reproducibility in composting using ARISA. *Transactions of the ASAE* 46, 919-927.
 - Vance, E. D.; Brookes, P. C.; and Jenkinson, D. S. (1987): An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19, 703-707.
 - VanderGheynst, J.S. Lei, F. (2003): Microbial community structure dynamis during aerated and mixed composting. *Transactions of the ASAE* 46, 577-584.

6 VEGETATIVE UND GENERATIVE PARAMETER

6.1 EINLEITUNG

Am Institut für Garten-, Obst- und Weinbau des Departments für angewandte Pflanzenwissenschaften der Universität für Bodenkultur wurde der Einsatz von „Effektiven Mikroorganismen (EM)“ kombiniert mit Gesteinsmehl als Pflanzenstärkungsmittel bei Tomaten in Form eines Gefäßversuches geprüft. Es wurde die Auswirkung der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung auf Pflanzengesundheit, Wuchs, sowie auf Menge und Qualität der produzierten Tomaten bewertet. Gleichzeitig wurde beobachtet, ob eine kreisförmige Anordnung der Pflanzen einen Unterschied im Vergleich zu einer randomisierten Anordnung bringt, wie es BLOKSMA (1995) in ihren Versuchen mit Apfelbäumen in Töpfen beschrieb.

6.2 METHODE

6.2.1 VERPFLANZUNGEN IN EINZELTÖPFE

Als die Jungpflänzchen in der Höhe von 10 cm (am 19.05.2006 bzw. 28.04.2007) gut entwickelt und die ersten zwei Laubblätter im Ansatz sichtbar waren, wurden die Tomatenpflanzen einzeln in Töpfe (9 cm x 9 cm x 6,5 cm) mit biologisch gedüngter Pflanzenerde verpflanzt. Am 02.06.2006 bzw. 12.05.2007, zwei Wochen nach der Verpflanzung in die 9 cm x 9 cm x 6,5 cm -Töpfe, wurden die Jungtomatenpflanzen in die Container (30 cm x 30 cm x 21 cm) gesetzt. 190 gesunde Jungpflanzen wurden in zwei verschiedene Versuchsanlagen von je 80 Jungtomaten eingepflanzt. Die Pflanzenerde wurde zuerst befeuchtet, weil das Substrat zu trocken wurde. Es wurden 30 Randpflanzen bei der randomisierten Versuchsanlage (im Jahr 2006) gesetzt, bzw. seitenverkehrt in der Anbausaison 2007 wie in Grafik 1 dargestellt, um als Windschutz zu dienen.

6.2.2 BONITUREN ZUR BLÜTE

Wenn man die Entwicklung der Pflanze in Betracht zieht, gibt es im Laufe der Zeit zu lokalisierende Schlüsselstadien der Blütenentwicklung, woraus die Früchte (Tomatenbeeren) vernünftig zu produzieren sind. Diese Erwägung ermöglicht auch die Studie der Entwicklung der Funktionspflanze des Blühens. Man hat eine morphologische Studie im Laufe der Blütenentwicklung der Tomate durchgeführt. Diese Studie hat es erlaubt, gemäß den Etappen der Entwicklung Blumenknospenstadien zu definieren.

Es sind vier charakteristische Entwicklungsstufen bis zur Vollblüte, die geeignet sind um eine Befruchtung zu verwirklichen (Abbildung 2). Es wurden diese Etappen der

Entwicklung der Tomatenblüte strikt klassifiziert, um die notwendige morphologische Analysebasis für die Entwicklung der Pflanze im Hinblick auf das Blühen gewährleisten zu können. Am 21.5.07 wurden jeweils in beiden Varianten die Entwicklungsstadien der Pflanzen erhoben. Die Entwicklungsstadien ab der ersten Blüte werden nach der eigenen Kodierung folgendermaßen definiert:



Abbildung 2: Tomaten Blütenstadien

- 1. Stadium:** Geschlossene Blüte.
- 2. Stadium:** Leicht geöffnete Blüte. Die Kelchblätter und die Blütenblätter beginnen, sich zu öffnen, die Blütenhülle ist zu 10% entfaltet.
- 3. Stadium:** Geöffnete Blüte. Die Blütenkrone und der Kelch trennen sich langsam. Die Blütenblätter und die Kelchblätter sind offen zu ungefähr 50% entfaltet.
- 4. Stadium:** Entfalteter Kelch. Die erweiterten Blütenblätter sind zu 100% offen und bilden einen gelben gekrönten Stern. Der Kelch erweitert sich.

6.2.3 BONITUREN ZU GEKRÜMMTEN BLÄTTERN

Von den Boniturdaten des Jahres 2007 (von 2. bis 10.6.) wurden beide Varianten mit insgesamt 160 Pflanzen für die Auswertung herangezogen. Darunter befanden sich jeweils die EM-Gesteinsmehl Behandlung und die Kontrollvariante. In Abbildung 3 sind Boniturstadien für den Versuch beschrieben, die die Krümmungsstärke der Blätter maßgeblich beeinflussen. Die Kenntnis dieser zeitweiligen Blattverformung ist wichtig, denn sie konditioniert die Pflanzenleitung. Jede Pflanze wurde einer der folgenden Boniturstufen zugeteilt (Abbildung 3):

- A. > 4 Blätter sind schwer gekrümmt (zum Großteil Terminalknospen).
- B. 3-4 Blätter sind schwer gekrümmt.
- C. 2-3 Blätter sind leicht gekrümmt.
- D. < 2 sind gekrümmt (normale Tomatenpflanze).

Die Werte der gekrümmten Blätter wurden zusammengefasst und statistisch berechnet.



Abbildung 3: Boniturstufen zu gekrümmten Blättern

6.2.4 KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE

Während der Wachstumsstadien beider Anbausaisonen (2006–2007) wurde das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen bonitiert. Der Befall an Pflanzen und Früchten, welcher mit den Zahlen 0 bis 3¹⁸ (Befallshäufigkeit) angegeben wurde, wurde pro Variante, Wiederholung und Pflanze bestimmt. Die befallenen Pflanzen wurden gezählt und die prozentuale Häufigkeit wurde berechnet. Das Auftreten folgender Krankheiten wurde mittels Befallstärke bonitiert:

1. Blütenendfäule (Blossom-End-Rot):

Es handelt sich hierbei nicht um einen Schädlings- oder Pilzbefall, sondern um eine Stoffwechselerkrankung (KRUG 2002, MENGEL 1991). Die Ursachen für die Blütenendfäule sind bisher nicht genau erforscht worden. Es ist aber bekannt, dass die geschädigten Früchte schlecht mit Calcium versorgt sind (BEDLAN 1999, VOGEL 1996, BENTON 1999).

In der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung wurden die befallenen Früchte entfernt und dann die Pflanzen mit „EMa®“ - „EM 5“ - „EM FPE“ - „Urgesteinsmehl“ gesprüht (siehe Tabelle 1). Die Pflanzen wurden solange besprüht bis sie tropfnass waren. In der Kontrolle wurden die befallenen Früchte entfernt und nur mit reinem Leistungswasser besprüht um ein physiologisches Gleichgewicht in beiden Varianten zu erhalten. Die entfernten Früchte wurden pro Variante und Aufstellung ausgezählt. Es erfolgte eine statistische Verrechnung der erhaltenen Werte.

2. Chlorose :

Schadbild: An den unteren und mittleren Blättern der Pflanzen in der Kontrollvariante erschienen punktchenartige Aufhellungen zwischen den Blattadern, die sich gelb verfärbten. Die Hauptadern und deren unmittelbare Umgebung blieben dagegen grün.

3. Minierfliegen (*Liriomyza spp*)

Schadbild: Es handelt sich um kleine Fliegen, deren Larven verschiedene Zier- und Gemüsepflanzen befallen.

¹⁸ 0 = weniger als 1 %; 1 = zwischen 1 bis 2%; 2 bis 3%; 2 = 3 bis 5% und 3 wenn > 5%. 1 Flecke = 1cm².

Die Weibchen legen ihre Eier auf den Blättern ab, die herauschlüpfenden Maden bohren sich in das Blatt und fressen zwischen Blattoberhaut und Blattunterhaut von außen erkennbare Gänge.

4. Blattläuse (*Aphis gossypii*)

Die Blattläuse sind verlängerte Weicheinsekten. Diese Blattläuse sind in kleiner Zahl auf zarten Blättern und Stämmen beobachtet worden. Die Beobachtung erfolgte mit einer Lupe (Abbildung 4).



Abbildung 4: Blattlauskontrolle am 14. 06.2006

5. Verschimmeln (*Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*)

Die Identifikation dieser Pilze erfolgte unter dem Mikroskop (Microphot - FXA/EF-S) des Labors des Institut für Pflanzenschutz der Universität für Bodenkultur in Wien. Bei jeder Ernte wurde die Analyse der Schäden insbesondere an den Früchten derselben Ernte oder während der Lagerung durchgeführt. Kranke Früchte wurden in einen separaten Kübel gepflückt und danach nach Stückzahl pro Pflanze und Parzelle gezählt.

6.2.5 ALLERGEN- ANALYSE IN DEN REIFEN TOMATEN

Die Tomaten wurden an der Bodenkultur Universität, Department für Biotechnologie, Institut für angewandte Mikrobiologie, im Jahr 2007 analysiert. Bei dieser Analyse wurde versucht, ein unspezifisches Lipid Transfer Protein „nsNSLPT“ („non-specific Lipid Transfer Protein“), nachzuweisen, das eine akute Nahrungsmittelallergie provozieren könnte. Dieses Protein und ähnliche Proteine können auch in anderen Früchten und Gemüse nachgewiesen werden (ASTWOOD et al. 1996). Das Protein ist ein sehr stabiles Molekül und kann die Proteasen des Verdauungssystems oder Denaturierung mittels Hitze-Behandlung standhalten. (van REE 2002).

Zwei Extraktionsmethoden wurden verglichen.

Extraktion- Versuch I:

Die Tomaten wurden gewaschen und desinfiziert, mit einem Messer zerkleinert, gewogen, mit flüssigem Stickstoff schockgefroren und 1:2 (w/v) mit BJÖRKSTEN-EXTRAKTIONPUFFER extrahiert. Anschließend wurden die Proben (1:2) mit SDS-PAGE Proben-Puffer vermischt und mittels SDS-PAGE und Western Blotting analysiert (MARZBAN et al. 2008).

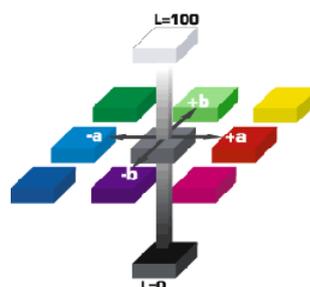
Extraktion- Versuch II:

Die Tomatenschale wurde vorsichtig abgetrennt und mit flüssigem Stickstoff schockgefroren, zermörsert und dann entweder a) mit Puffer (10X PBS, 5% PVPP, 0.5% TWEEN 20) 30 Minuten auf Eis extrahiert; oder b) in SDS-PAGE Proben-Puffer 30 Minuten extrahiert und dann mittels SDS-PAGE und WESTERN BLOT analysiert (Marzban et al. 2008).

6.2.6 FARBMESSUNG BEI TOMATENPFLANZEN

Die Farbe von Produkten ist nur zum Teil ein Qualitätsmerkmal. Trotzdem spielt sie eine wesentliche Rolle. Da fast alle pflanzlichen Materialien "gefärbt" sind, ist die Farbe damit zu einem eigenen wichtigen Qualitätsparameter geworden. Nach HUTCHINGS (1994) resultiert die Farbe pflanzlicher Produkte aus Pigmenten, von denen viele auch einen gesundheitlichen Nutzen in der menschlichen Ernährung aufweisen. Von den fünf Systemen, die CIE¹⁹ 1931 vorschlug, wurde zur Farbmessung das „L*, a*, b*- System“ verwendet. In diesem System gibt der „L*-Wert“ die Lage auf der Hell-Dunkel-Achse, der „a*- Wert“ die Lage auf der Rot/ Grün-Achse und der „b*- Wert“ die Lage auf der Blau/Gelb-Achse an. Die „L*, a*, b*- Koordinaten“ stehen in einem direkten Zusammenhang mit den Normfarbwerten „X, Y und Z“ (siehe Grafik 7), (photocd.de/ycc-basis; farbmessung.com am 20.5.2006):

1. {"L*" (Y)} Helligkeitskoordinate: Skala von 0 (dunkel) bis 100 (hell)
2. {"a*" (X)} Rot-Blau Koordinate: Skala von - 60 (blau) bis + 60 (rot)
3. {"b*" (Z)} Grün-Gelb Koordinate: Skala vom- 60 (grün) bis+ 60 (gelb)



Grafik 7: „L*, a*, b*“ System zur Farbmessung

¹⁹ Commission Internationale de l'Éclairage (CIE). „Die Internationale Beleuchtungskommission“.

Zur Farbmessung wurden am 25.5.2006 bzw. 29.5.2007 aus jeder Variante (EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle) 8 Pflanzen je Wiederholung und zwei vergleichbare Messpunkte der lateralen Blätter ausgewählt. Bei jedem Versuchsstückblatt wurde die Farbmessung mit dem Farbmessgerät „Minolta Chrom-Meter CR-200“ ermittelt. Für jede Pflanze wurde für die Statistik der Mittelwert aus beiden Werten genommen.

6.2.7 CHLOROPHYLLBESTIMMUNG

Bei der Chlorophyllmessung wurden 4 Pflanzen pro Wiederholung für jede Variante zufällig ausgewählt. Am 29.05.2006 und 21.7.07 wurden 20 Proben je 0,77 g von 4 frischen lateralen Blättern dieser Pflanzen zur Messung herangezogen. Die Blätter wurden dann mit dem Handmörser zerkleinert und anschließend mit sterilisiertem Sand gemischt und mit 1,5 ml 80%iger Aceton-Lösung vermischt. Anschließend blieben die Proben zur Chlorophyllextraktion 15 Minuten im Dunkeln stehen. Nach erneutem Zentrifugieren wurde der Überstand quantitativ in ein graduiertes Reagenzglas dekantiert und mit 80 %igen Aceton auf 20 ml aufgefüllt (Verdünnung: 1 ml 80 % conc. Probe plus 2 ml H₂O).

Nach Durchmischung wurde die Extraktion der Lösung in Glasküvetten im Spektralphotometer bei 645 nm (Chlorophyll b) und 663 nm (Chlorophyll a) gegen 80 % Aceton gemessen. Die Chlorophyllkonzentrationen in den Acetonextrakten ergaben sich nach der empirischen Formel:

„mg Chlorophyll/Liter = (E₆₄₅ x 20,2 + E₆₆₃ x 8,02)“ (METZNER 1981).

6.2.8 ERNTE

Wegen der ungleichmäßigen Reife der Tomaten wurde die Ernte an mehreren Terminen durchgeführt. Die Ernte dehnte sich auf eineinhalb Monate aus.

Zusätzlich zu den gesunden und reifen Früchten wurden alle grünen Früchte ebenfalls geerntet und getrennt an den letzten Terminen (08.10.2006 und 27.10.2007) mit einer Waage der Marke PRÄZISA 30000 D gewogen. Innerhalb der reifen Früchte wurden bei jeder Ernte Stückzahl und Gewicht der gesunden Früchte pro Pflanze ermittelt; nicht vermarktbar Früchte wurden ebenfalls gewogen bzw. nur gezählt (je nach dem beobachteten Parameter) und nach der Ursache des Ausfalls in verschiedene Kategorien eingeteilt.

Aus dem Erntegewicht an gesunden Früchten pro Pflanze und der dazugehörigen Stückzahl wurde das durchschnittliche Einzelfruchtgewicht ermittelt.

Im Jahr 2007 wurde gleich verfahren. Am 2.7.2007 war der erste Erntetermin. Jede Pflanze wurde einzeln ausgewertet. In der Kontrollvariante war zu Erntebeginn sehr viel Blütenendfäule festzustellen. Befallene Früchte wurden separat gepflückt und pro Variante und Aufstellung gezählt.

Die Abbildung 5 zeigt die verschiedenen Reifestadien von Tomatenfrüchten. Für den Versuch erfolgten die Ernten ab dem Reifestadium 7-8.

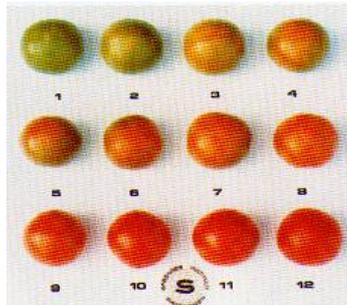


Abbildung 5: Reifestadien für Tomatenernte (Austroaat 2006)

6.2.9 KLASSIFIZIERUNG DER ERNTE

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Qualität nach wesentlichen Kriterien des Handels und der Ernährung kategorisiert. Die Tomaten wurden nach verschiedenen Merkmalen klassifiziert und in 2 Handelsklassen eingeteilt: Sonderklasse (= Tomaten von höchster Qualität, mit sortentypischer Form und Entwicklung sowie sortentypischem Aussehen, frei von Grünkragen mit sehr leichten oberflächlichen Schalenfehlern) und Klasse 1 (= Tomaten von mittlerer Qualität, mit vernarbten Rissen und sichtbaren Grünkragen und Flecken, untypische Sortenform) (PELZMANN 2004) (Abbildung 6).



Abbildung 6: Marktqualität der Sorte Cassiopeia (Anbausaison 2006)

6.3 ERGEBNISSE

6.3.1 AUSSAAT

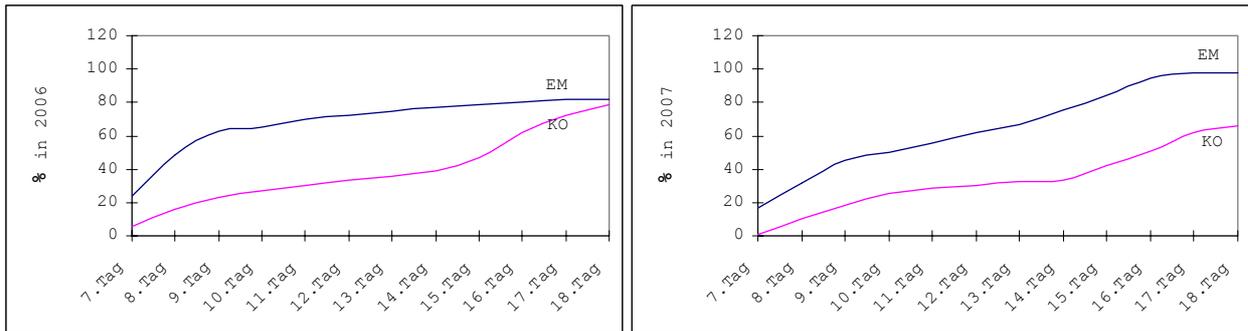
Am 18. April 2006 bzw. am 28. März 2007 wurden 2 x 125 Tomatensamen in 2 Versuchsgefäßen (51,5 cm x 33 cm) mit gedüngter Aussaaterde der Firma „Josef Gerner“ ausgesät. Zwischen jedem Samen wurde etwa 2 cm Abstand belassen damit sich die Pflänzchen später bei der Keimung nicht gegenseitig behindern. Die Samen wurden mit einer dünnen Schicht Substrat bedeckt und mit einer Sprühflasche befeuchtet. Im Jahr 2006 wurde die sehr trockene Düngererde zuerst befeuchtet. Die Aussaattemperatur war 21°C bei einer Luftfeuchtigkeit von 70 % im Jahr 2006, sowie 24°C bei 68 % Luftfeuchtigkeit im Jahr 2007. Die gekeimten Pflanzen wurden jeden Tag ausgezählt sobald ein Keimblatt sichtbar war.

6.3.2 KEIMUNGSRATE

Die Keimung begann am 25. April 2006 bzw. am 7. April 2007. Der Prozentsatz der gekeimten Tomatensamen an diesen Tagen war 24 % bzw. 15,8 % für die Variante EM-Gesteinsmehl gegenüber 5,6 % bzw. 0,8 % in der Kontrolle. Am 14. Tag nach der Aussaat waren schon 76,8 % (2006) und 75,2 % (2007) der gesäten Samen in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung aufgegangen im Vergleich zu 38,4 % (2006) und 33,6 % (2007) in der Kontrolle. Insgesamt zeigten die Pflanzen in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung also einen deutlich früheren Aufgang als die Kontrolle (Grafik 8 und Abbildung 7). Laut internationalen Saatgutvorschriften (ANONYM 1993) darf die Keimperiode bis zu 21 Tage dauern. Insgesamt lag die Keimfähigkeit bei 81,6 % (2006) bzw. 97,6 % (2007) für die EM-Behandlung und 76,4 % (2006) bzw. 65,6 % (2007) für die Kontrolle.

Als nicht gekeimt wurden fehlende Keimlinge oder Austriebe ohne Keimblätter zum Zeitpunkt des Pikierens (18 Tage nach der Saat) gewertet. In der EM-Variante fiel im Jahr 2006 nur eine Pflanze von den 102 gekeimten aus gegenüber 3 Pflanzenausfällen in der Kontrollvariante.

Im Jahr 2007 wurden nur 3 fehlende Keimlinge in der EM-Gesteinsmehl-Behandlung gegenüber 43 in der Kontrollvariante festgestellt. Laut Internationaler Vorschriften für die Prüfung des Saatguts (ANONYM 1993) erfolgt die Endbeurteilung nach 21 Tagen, wenn vom 14. bis 21. Tag kein Samen mehr keimt. Bei diesem Versuch keimte ab dem 18. Tag kein Samen mehr. Es ist anzumerken, dass in beiden Anbausaisonen die Wachstumsrate bis zum Tag des Pikierens in der Kontrollvariante unregelmäßig war und 21,6 % der Pflänzchen zum Teil verkümmert waren (Abbildung 11) und dünne Stängel (Abbildung 9) im Jahr 2006 hatten.



Grafik 8: Keimungsrate von jeweils 125 Samen pro Variante an 21 Tage nach der Aussaat (am 18.4.2006 und am 15.4.2007); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Abbildung 7 (im Jahr 2007) zeigt die unterschiedlichen Keimungsraten der einzelnen Varianten. Die Keimungsrate ist zwei Wochen nach der Aussaat bei EM höher als bei der Kontrollvariante.



Abbildung 7: Keimungsrate von jeweils 125 Samen pro Variante 14 Tage nach der Aussaat am 11.4.2007; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung (EM) und Kontrolle (KO)

6.3.3 PIKIERSTADIEN

Das Pikieren erfolgte am 17. Tag (Anbausaison 2006) bzw. am 18. Tag (Anbausaison 2007) nach der Aussaat. Sämlinge der EM-Gesteinsmehl-Behandlung wurden in zwei 77'er Minitopfpaletten (51,5 cm x 33 cm) (

Abbildung 8) pikiert, als die Pflänzchen zwei gut entwickelte Keimblätter zeigten (POLLOK 2002). Da sich die Sämlinge der Kontrollvariante in einer früheren Entwicklungsphase befanden, wurden sie jeweils zwei Tage später (am 7. 5. 2006 bzw. am 15. 4. 2007) pikiert.



Abbildung 8: 77'er Minitopfpalette mit den Tomatensämlingen

6.3.4 WACHSTUMSBEOBACHTUNGEN

In der Anbausaison 2006 waren am 17.5., 20 Tage nach der Saat, die Pflanzen in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (20 Zählpflanzen) und die Kontrollpflanzen deutlich verschieden.

Die kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandelten hatten größere und dunkelgrüne Blätter und grüne und dicke Stängel, die nur im oberen Drittel behaart waren. Bei der Kontrolle wurden geringe Blattfläche, hellgrüne Blätter, rötliche Stängel, Anthocyanbildung und dünne und dicht behaarte Stängel festgestellt (Tabelle 5 und Abbildung 9). In der Anbausaison 2007 konnten keine besonderen Unterschiede in diesem Wachstumsstadium festgestellt werden.

Tabelle 5: Visuelle Beschreibung der Pflanzen (EM-Gesteinsmehl-Behandlung plus Kontrolle) am 17. 05. 2006 (31 Tagen nach der Aussaat).

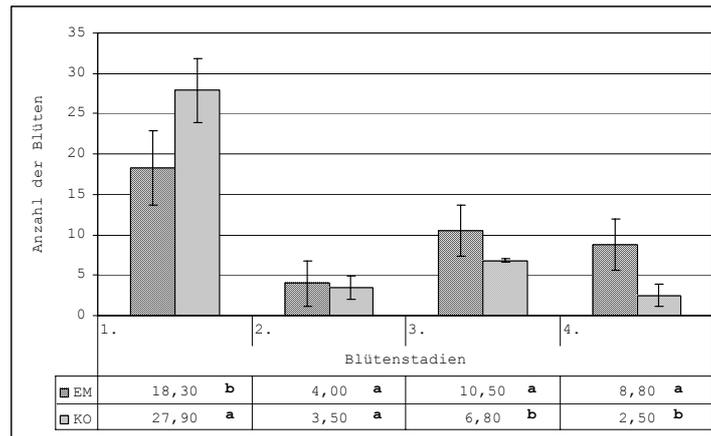
Beobachtung	Pflanzenzahl	EM	Kontrolle
Blattfläche	20	Große Blattflächen Dunkelgrüne Blätter	Wenig Blattfläche Hellgrüne Blätter
Stängel	20	Grüne Stängel Dicke Stängel	Rötliche Stängel Anthocyanbildung
Behaarung	20	Nur im oberen Teil Drittel behaart	Dünne Stängel



Abbildung 9: Vergleich EM (links) bzw. Kontrollvariante (rechts) 31 Tagen nach der Aussaat am 17.05.06; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung (EM) und Kontrolle (KO)

6.3.5 ERGEBNISSE ZU BLÜHBEGINN 40 TAGE NACH AUSSAAT

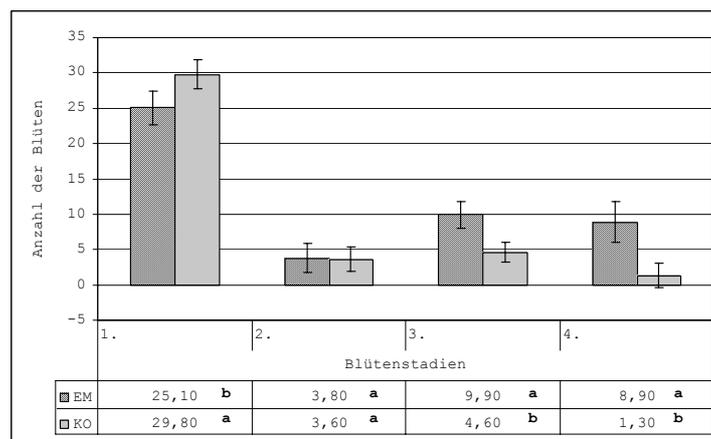
In den folgenden Grafiken (Grafik 9 und Grafik 10) werden die Entwicklungsstadien der Tomatenpflanzen ab der ersten Blüte in beiden Varianten dargestellt. Die Anzahl der Blüten im 1. Stadium war statistisch höher in der Kontrollvariante, während sich in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant mehr Blüten im 3. und 4. Stadium befanden.



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Ziffern (1.; 2.; 3. und 4.) geben die Blütenstadien an (Grafik 7). Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 9: Entwicklungsstadien der Pflanzen ab der ersten Blüte am 28.05.2006, 40 Tage nach Aussaat; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

In der Anbausaison 2007 zeigte sich ebenfalls eine frühere Blütenentwicklung in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (Grafik 10).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Ziffern (1.; 2.; 3. und 4.) geben die Blütenstadien an (Grafik 7). Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 10: Entwicklungsstadien der Pflanzen ab der ersten Blüte am 16.05.2007, 49 Tage nach Aussaat; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

6.3.6 QUALITÄTSSORTIERUNG

Bei der Qualitätssortierung im Jahr 2006 war ein signifikant höherer Anteil (74,99 %) von Früchten der Klasse Extra in den mit kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandelten Parzellen festzustellen als in der Kontrolle (44,77 %) (Tabelle 6). In der Aufstellung in Reihen (EM-Gesteinsmehl-Behandlung) wurde ebenfalls in Summe ein höherer Anteil Früchte der Klasse Extra geerntet als in der elliptischen Aufstellung.

Tabelle 6: Qualitätssortierung (% geerntete gesunde Früchte) in der Anbausaison 2006

Qualität im Jahr 2006	Variante				Signifikanz	Austellung				Signifikanz
	EM		Kontrolle			In der Reihe		Elliptisch		
	MW	SABW	MW	SABW		MW	SABW	MW	SABW	
Gesamt extra	74,99	18,32	44,77	21,66	s	65,58	20,20	54,2	28,17	s
Gesamt Klasse 1	25,11	18,32	55,23	21,66	s	34,42	20,20	45,8	28,17	s

Signifikante Unterschiede (ANOVA für $P < 5\%$). **s= Signifikant; ns= nicht signifikant**
 MW = Mittelwert; SABW = Standardabweichung EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante

Im Jahr 2007 wurde keine Qualitätssortierung durchgeführt, da bis der Sorte „MERCEDES“ alle geernteten gesunder Früchte der Marktklasse Extra angehörten.

6.3.7 KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE IM JAHR 2006

Im Jahr 2006 trat die Blütenendfäule in der Kontrolle bereits eine Woche nach der Entwicklung der zweiten Fruchtraube auf. Als Schadbild zeigten sich wässrige Flecken an den Blütenansatzstellen der kleinen Früchte, die sich vergrößerten und sich braunschwarz verfärbten. Diese Stellen senkten sich später ein und verhärteten. In der mit kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandelten Variante blieben die ersten und zweiten Fruchtrauben gesund.

Die kombinierte Variante EM-Gesteinsmehl zeigte während des Jahres 2006 einen signifikant geringeren Befall als die Kontrolle (Grafik 11). Die Blütenendfäule wurde in diesem Versuch bereits am 28. Juni 2006 beobachtet (Abbildung 10).



Abbildung 10: Blütenendfäule (Blossom End Rot) am 29.06.2006

Auf Abbildung 11 sieht man, dass sich die Blätter an den Spitzen der Triebe eindrehen und krümmten. Die Internodien waren etwas verkürzt. Die Triebspitzen sahen buschig aus (1 bis 3 Blätter). Die Blätter verfärbten sich blau-grün, was eine Reifeverzögerung bewirkte.



Abbildung 11: Gekräuselte Blätter in beiden Varianten am 15. 6. 2006 (links) sowie nur bei der Kontrollvariante am 7. 6. 2007 (rechts)

Chlorose und ein Befall von Minierfliegen (*Liriomyza spp*) und Blattläusen (*Aphis gossypii*) konnten nur in geringem Ausmaß festgestellt werden. In Tabelle 7 ist für das Jahr 2006 ersichtlich, dass der Befall mit einzelnen Krankheitssymptomen in beiden Varianten relativ niedrig war. Aus diesem Grund wurde lediglich die Häufigkeit der Krankheitssymptome ausgewertet. Für statistisch signifikante Ergebnisse über die Krankheitssymptome wäre eine größere Stichprobe von Nöten gewesen, die wegen dem geringen Befall (Chlorose, *Liriomyza* und *Aphis gossypii*) in beiden Varianten nicht zustande kam. Daher sind die folgenden Auswertungen als Häufigkeit anzusehen und es konnte keine statistische Signifikanz ermittelt werden.

Die Kontrollvariante zeigte jedoch in Summe ein höheres prozentuelles Auftreten (21,25 %) von Chlorose, Minierfliegen (*Liriomyza spp*) und Blattlaus (*Aphis gossypii*) gegenüber der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung mit 8,75 % (Tabelle 7). Die Pflanzen, die in der Reihe aufgestellt waren, wiesen einen geringeren Befall (10,0 %) als die in elliptischer (22,5%) Aufstellung auf.

Tabelle 7: Befallshäufigkeit von Krankheitssymptomen an den Pflanzen in 2006

Krankheiten und Schädlinge	Variante				Aufstellung			
	EM		Kontrolle		In der Reihe		Elliptische	
	Befallene Pfl.	%	Befallene Pfl.	%	Befallene Pfl.	%	Befallene Pfl.	%
Chlorose	2	2,5	5	6,25	2	2,75	6	7,5
<i>Liriomyza spp</i>	2	2,5	5	6,25	3	3,75	4	5
<i>Aphis gossypii</i>	3	3,75	7	8,75	3	3,75	8	10
Summe	7	8,75	17	21,25	8	10	18	22,5

Am 14 Juni 2006 wurden erstmals Blattläuse (*Aphis gossypii*) gefunden. Sie verursachten aber nur kleine Schäden (Tabelle 7).

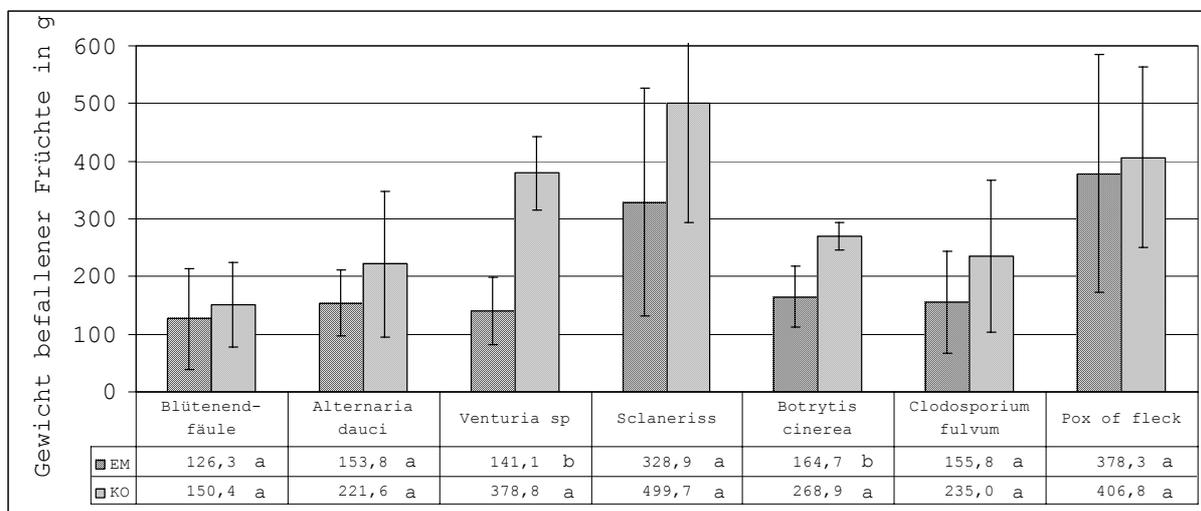
Sie erschienen in beiden Varianten. Die Minierfliegen erschienen in beiden Varianten dieses Versuchs, verursachten aber nur kleine Schäden (siehe Tabelle 7). Zur Bekämpfung wurden Gelbtafeln aufgehängt (am 15.6.2006).

Dann wurde eine biologische Bekämpfung mit Parasitoiden der Minierfliege (25 *Diglyphus isaea* und 225 *Dacnusa sibirica*) durchgeführt.

In beiden Versuchsjahren wurden mehrere Pilze, *Penicillium sp*; *Alternaria dauci f. sp.* (Verursacher von Alternariose); *Botrytis cinerea Pers.* (Verursacher für Grauschimmel); *Cladosporium fulvum Cooke* (der Hauptverursacher für Schwärzepilze) festgestellt. Am 10.8.2006 wurde ein weiterer Pilz, *Stemphylium spp.* (Verursacher der Stemphyliose), an den Früchten gefunden.

Bei der ersten Ernte am 31.07.2006 wurde auch an mehreren Tomatenfrüchten Aufplatzen der Früchte festgestellt. Öfters wurde auch festgestellt, dass sich ein anderer, nicht parasitischer Befall, ebenfalls in gleicher Weise manifestiert. Es handelte sich um "FRUCHT POX" oder "TOMATO POX". Die Infektionen wurden sowohl an den Früchten in der Tunnelfolie als auch an jenen, die bei 12 °C gelagert wurden, beobachtet.

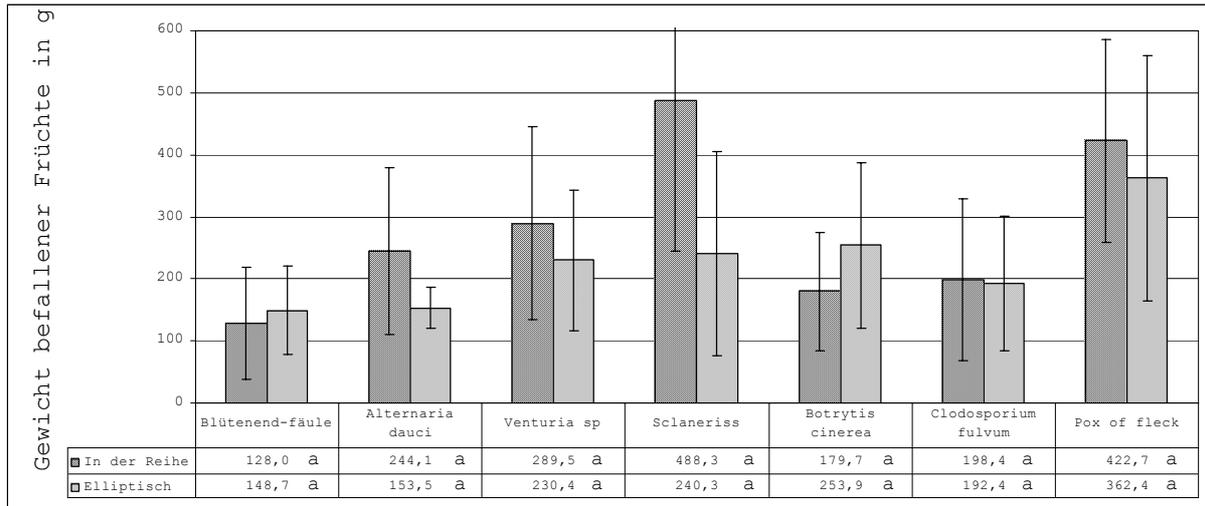
Die statistische Auswertung der Krankheiten und Schädlinge an den Früchten zeigte, dass die EM-Gesteinsmehl-Behandlung während des Jahres 2006 einen geringeren Befall von *Venturia dauci* und *Botrytis cineria* aufwies als die Kontrollvariante. Bezüglich der Blütenendfäule, *Alternaria*, Pox of fleck und *Clodosporium fulvum* gab es 2006 keine signifikante Wirkung von EM-Besteinsmehl-Behandlung (Grafik 11).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 11: Ausfälle durch aufgetretene Krankheiten in der Anbausaison 2006 (bonitiert an verschiedenen Zeitpunkten); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Die Aufstellung ergab dagegen keine Unterschiede (Grafik 12).

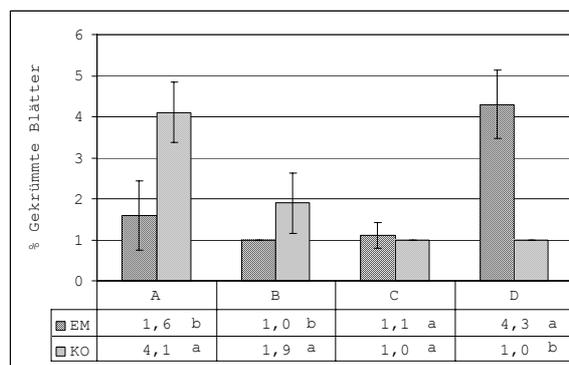


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 12: Ausfälle durch aufgetretene Krankheiten in der Anbausaison 2006 (bonitiert an verschiedenen Zeitpunkten); Vergleich von Aufstellung in der Reihe und elliptisch.

6.3.8 KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE IM JAHR 2007

Grafik 13 zeigt die Anzahl an gekrümmten Blättern/Pflanze in der Anbausaison 2007. Die kombinierte EM-Gesteinsmehl Behandlung zeigte deutlich weniger gekrümmte Blätter als die Kontrollvariante, was auf Substratnährstoffe (höherer Stickstoffgehalt in der Kontrolle) zurückzuführen sein könnte.

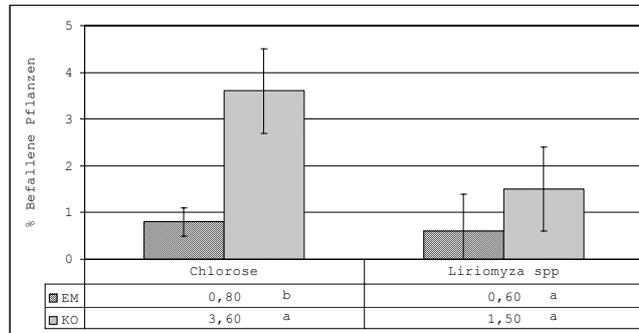


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; A > 4, B = 3-4, C = 2-3, D < 2 gekrümmte Blätter; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 13: Gekrümmte Blätter in der Anbausaison 2007 (bonitiert an verschiedenen Terminen zwischen 2.6. und 10.6.2007); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

In der Anbausaison 2007 wurden sowohl *Liriomyza spp* als auch Chloroseerscheinungen bonitiert (Grafik 14). Der Befall mit *Liriomyza spp* war hier deutlich geringer als in der Anbausaison 2006, er lag durchgehend im niedrigen Bereich. Die

Kontrollvariante war noch am stärksten betroffen. Auch Chloroseerscheinungen traten nur in gering EM-Gesteinsmehl ausmaß auf, wobei der Unterschied zwischen der stärker betroffenen Kontrollvariante und der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung niedrig signifikant war. Weder in der EM-Gesteinsmehl noch in der Kontrollvariante wurden im Jahr 2007 Blattläuse (*Aphis gossypii*) entdeckt.

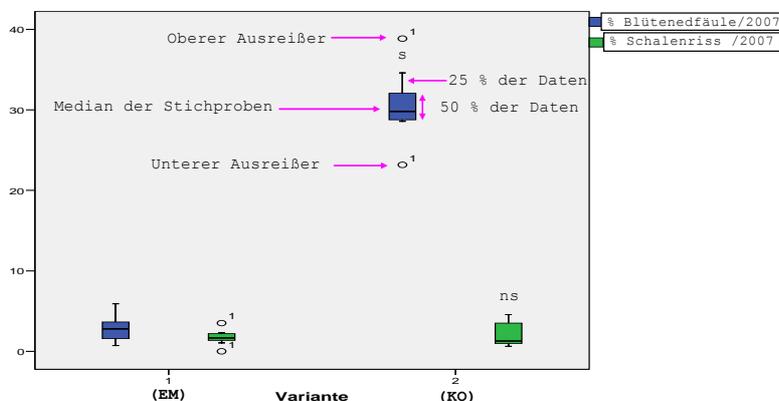


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 14: Befall mit Minierfliege (*Liriomyza spp*) und Chlorose am 2.7.07; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

6.3.9 BLÜTENENDFÄULE (BLOSSOM END ROT) IM JAHR 2007

Der Befall mit Blütenendfäule konnte in der Anbausaison 2007 in höherem ausmaß festgestellt werden. Grafik 15 zeigt den prozentualen Befall mit Blütenendfäule innerhalb beider Varianten. Wie im folgenden Boxplot ersichtlich, lag der Befall in der Kontrollvariante signifikant höher (31 %) als in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (3 %). Für Schalenrisse ist kein signifikanter Unterschied gegeben. Das Boxplot-Diagramm zeigt die Streuung der Werte. Die Werte (01) in der Grafik 15 sind Ausreißer.



Signifikante Unterschiede (ANOVA für $P < 5\%$). s= Signifikant; ns= nicht signifikant EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante;

Grafik 15: Blütenendfäule und Schalenriss in % aller Früchte; (ANOVA für $P < 5\%$); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

In der Anbausaison 2007 zwischen Mitte Juni und Ende August wurden sehr viele Früchte mit Blütenendfäule vorgefunden (Abbildung 12).

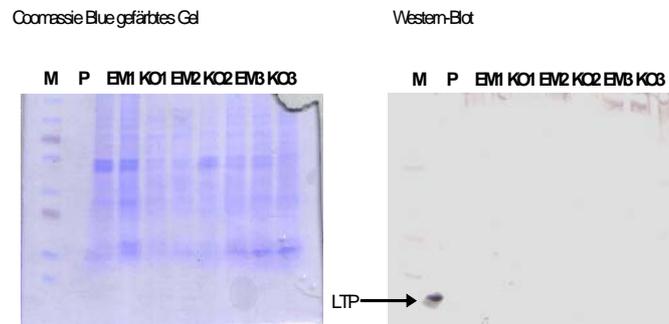


Abbildung 12: Anteil gesunder und von Blütenendfäule befallener Früchte in der Kontrollparzelle und in der EM Parzelle am 18.6. (grüne Früchte) und am 10.7. (rote Früchte) im Jahr 2007

6.3.10 NACHWEIS VON LTP IN VERSCHIEDENEN TOMATENPROBEN

Ergebnisse 1:

Die Extrakte zeigten auch nach langen Entwicklungszeiten keine positive nsLTP-Bande. Nur die Positivkontrolle einer gereinigten nsLTP-Probe aus Tomaten war sichtbar (Abbildung 13).

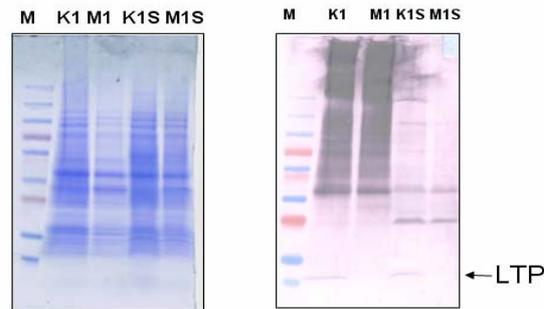


M: Molekulargewicht Marker
P: Positiv-Kontrolle (gereinigtes LTP)

Abbildung 13: Sichtbare NSLPT Allergen

Ergebnisse 2:

Im zweiten Ansatz konnte in Tomatenproben „nsLTP“ nachwiesen werden. Im Coomassie-Gel zeigte sich, dass nur die Proben, die mit der Methode 2b extrahiert wurden, vergleichbare Proteinmengen enthalten und daher verglichen werden können. Bei dieser Methode kann man in den Tomaten der Kontrollvariante die Bande von „nsLTP“ sehr deutlich sehen (Abbildung 14).

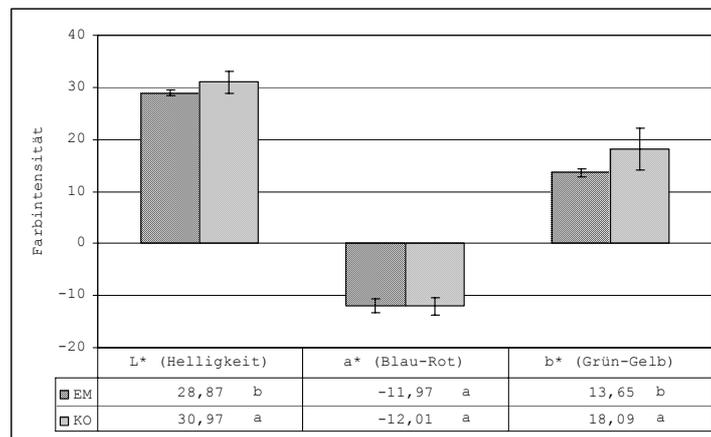


M: Molekulargewicht Marker
 K1 (KO), M1 (EM): mit Methode 2a extrahiert K1S (KO), M1S (EM): mit Methode 2b extrahiert

Abbildung 14: Nachweis von LTP Allergen

6.3.11 FARBMESSUNG DER BLÄTTER

Am 25.5.2006 zeigte der L*- Helligkeitsparameter, dass die Blätter der Kontrollvariante signifikant hellere Blätter (30,97) als die Blätter der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (28,87) aufwiesen. Der a*- Parameter lag in beiden Varianten im negativen Bereich, das weist also auf einen ausgeprägten Blauton beider Varianten in den Blättern hin (Grafik 16). Die b*- Werte zeigen, dass die Blätter der Tomatenpflanzen in der Kontrolle im stark gelben Bereich lagen (18,09) gegenüber der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (13,65), was statistisch auch signifikant war.



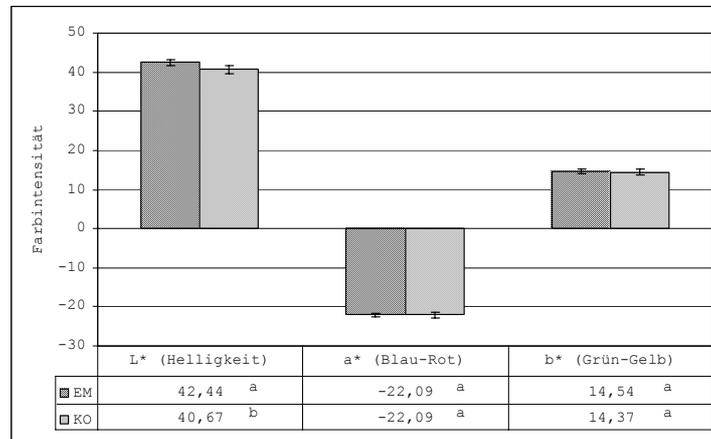
Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 16: Farbmessung am 25. 5. 2006 an jeweils 40 Blättern; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

In der Anbausaison 2007 zeigte der L*- Helligkeitsparameter, dass die Blätter der mit kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandelten Variante signifikant höhere Werte, also hellere

Blätter (42,44) als die Kontrollvariante (Wert: 40,67) aufwiesen.

Die a^* und b^* - Werte zeigten dagegen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der Behandlung (Grafik 17).

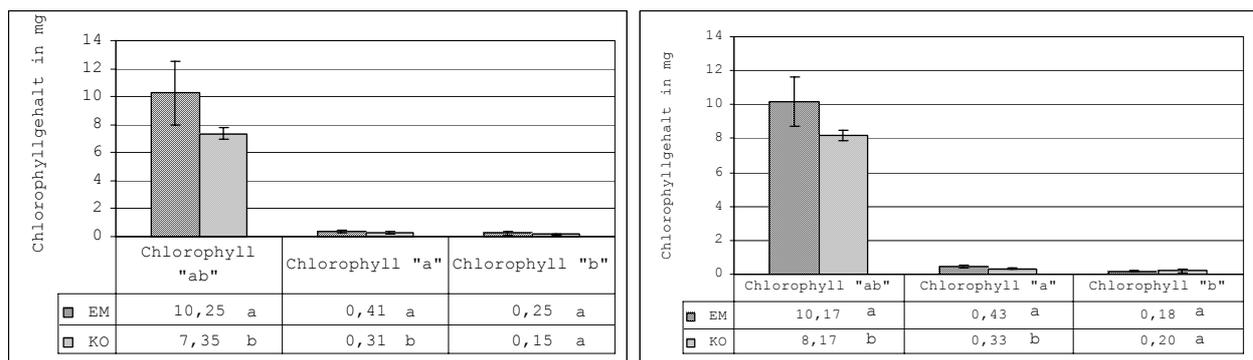


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 17: Farbmessung am 29. 5. 2007 an jeweils 40 Blättern; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

6.3.12 CHLOROPHYLLGEHALTE

In beiden Jahren 2006 und 2007 zeigten die mit kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandelten Pflanzen einen signifikant höheren Gehalt an Chlorophyll "ab" und „a“ (Grafik 18).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 18: Chlorophyllmessung (gemessen am 29.5.2006 und 21.7.2007, 41 bzw. 164 Tage nach der Keimung); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

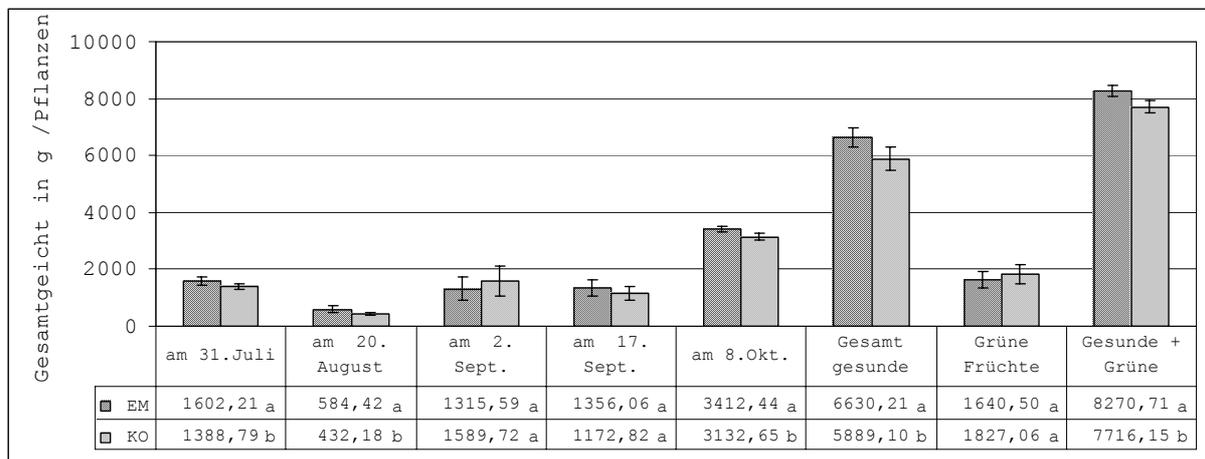
6.3.13 ERTRAG IM JAHR 2006

6.3.13.1 GESAMTERTRAG INKLUSIV GRÜNE FRÜCHTE

Die Ergebnisse zeigen, dass die mit EM-Gesteinsmehl-Behandlung mehr gesunde Tomaten hervorbrachte als die Kontrollvariante. Bei der Kontrollvariante muss man sich über die große Bedeutung der Blütenendfäule Gedanken machen, die dafür sorgt, dass trotz einer großen Anzahl an produzierten Früchten ein Anteil vermarktbarer Tomaten geerntet wurde.

In einem ersten Vergleich der beiden Gesamtgewichte (von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle) sieht man, dass sich der Mittelwert der beiden Varianten deutlich unterschied. In der Tat wurden auf 100% (12519,31 g) der produzierten Tomaten pro Pflanze dieser Saison nur 2,20 % der Früchte von der Blütenendfäule befallen (Grafik 11). Schalenriss hat den entsprechenden Prozentsatz von 3,99 % bei der Kontrollvariante und 2,62 % bei der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung erreicht.

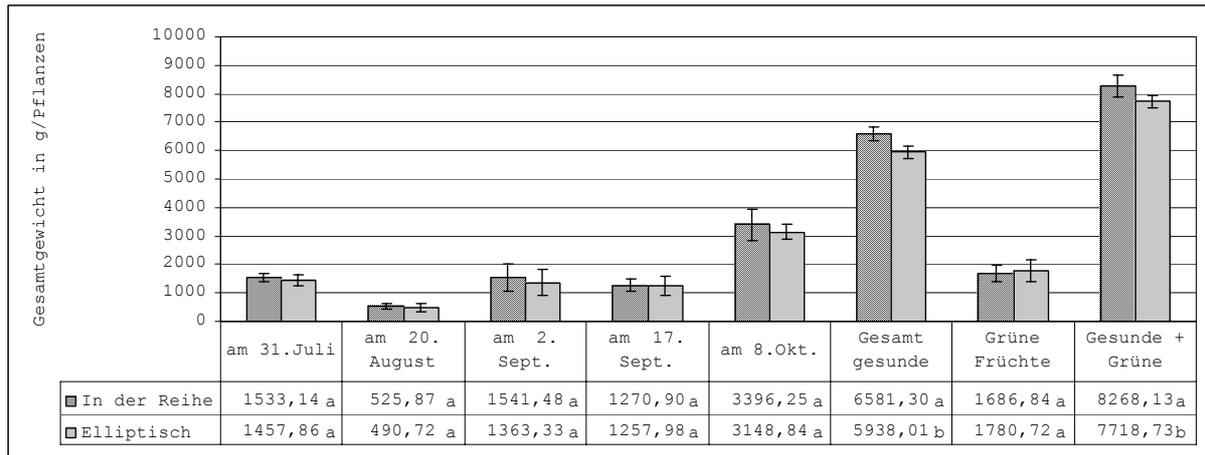
Die Erträge an gesunden Früchten waren in der Kontrolle am ersten und zweiten Termin signifikant niedriger als in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung, auch der Gesamtertrag lag in der Kontrolle signifikant niedriger (Grafik 19). Auch zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen EM-Gesteinsmehl-Behandlung und der Kontrollvariante im Gesamtertrag inklusive der grünen Früchte.



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 19: Gesamtgewicht der geernteten Früchte in g pro Pflanze im Jahr 2006; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

In der elliptischen Aufstellung wurden im Jahr 2006 im Gesamten inklusive grüner Früchte geringere Mengen an Früchten geerntet im Vergleich zur Reihenaufstellung der Töpfe (Grafik 20).

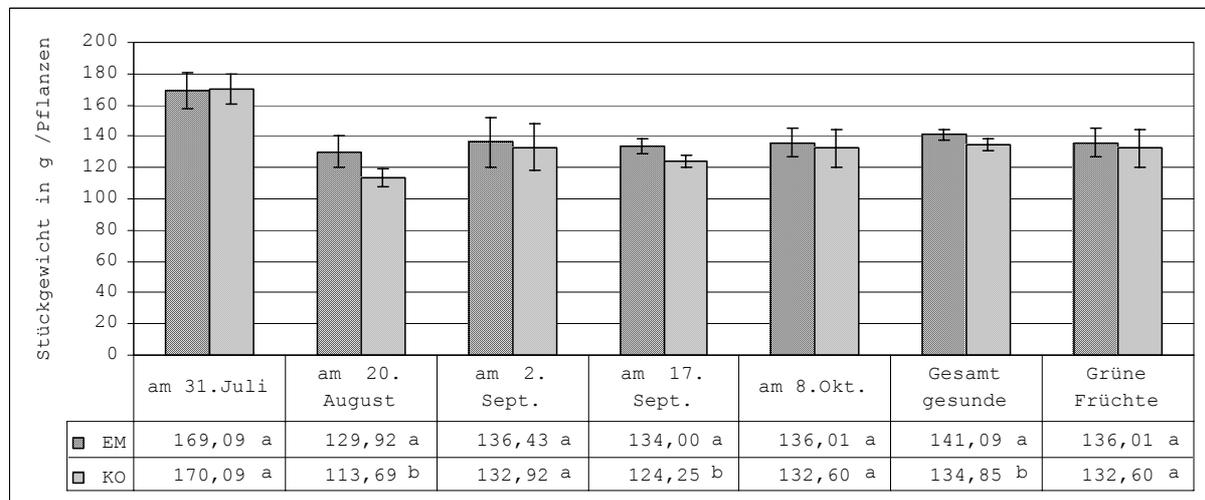


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 20: Gesamtgewicht der geernteten Früchte in g pro Pflanzen im Jahr 2006; Vergleich von Aufstellung in der Reihe und Elliptisch

6.3.13.2 MITTLERES STÜCKGEWICHT DER GEERNTETEN FRÜCHTE INKLUSIV DER GRÜNEN FRÜCHTE IM JAHR 2006

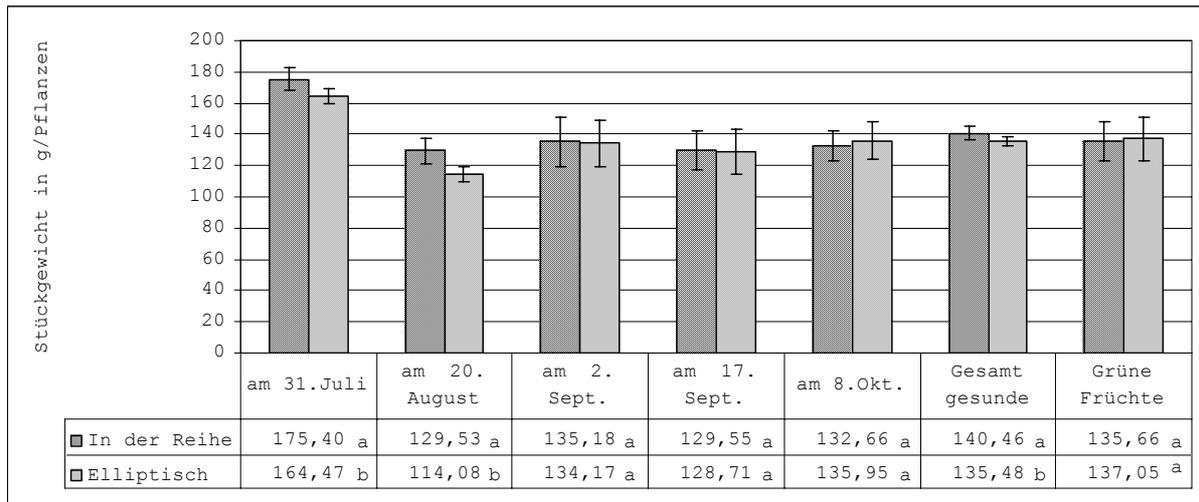
Das mittlere Stückgewicht lag am 2. und 4. Erntetermin und in Summe aller Termine in der Kontrolle signifikant unter dem der kombinierte EM-Gesteinsmehl Variante (Grafik 21).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 21: Mittleres Stückgewicht in g in der Anbausaison 2006 an den einzelnen Ernteterminen; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

In der elliptischen Aufstellung lag das mittlere Stückgewicht am 1. und 2. Termin sowie im Gesamten signifikant unter dem der Reihe (Grafik 22).

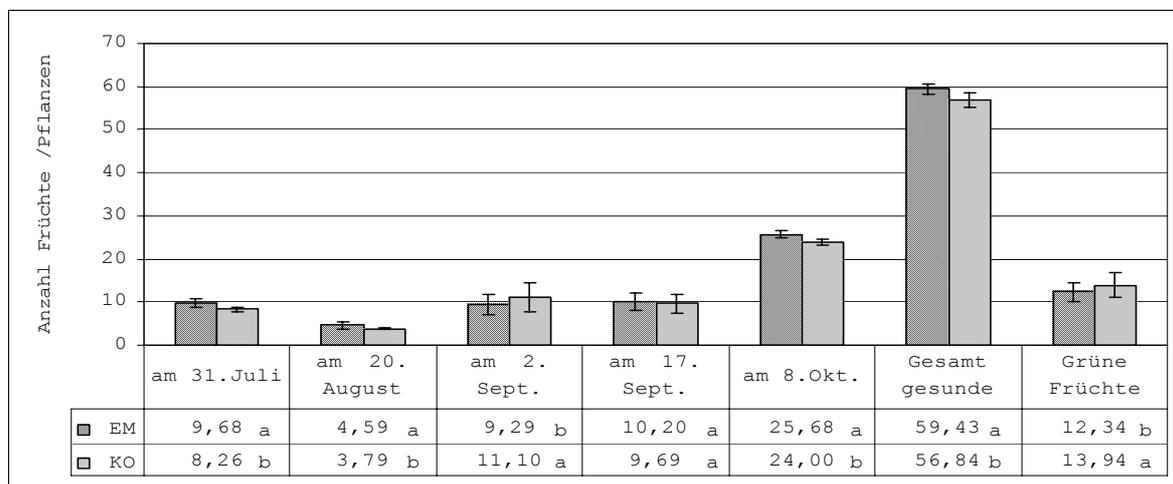


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 22: Mittleres Stückgewicht Früchte in g (in 2006); Vergleich von Aufstellung in der Reihe und Elliptisch

6.3.13.3 ANZAHL DER FRÜCHTE EXKLUSIV GRÜNER FRÜCHTE IM JAHR 2006

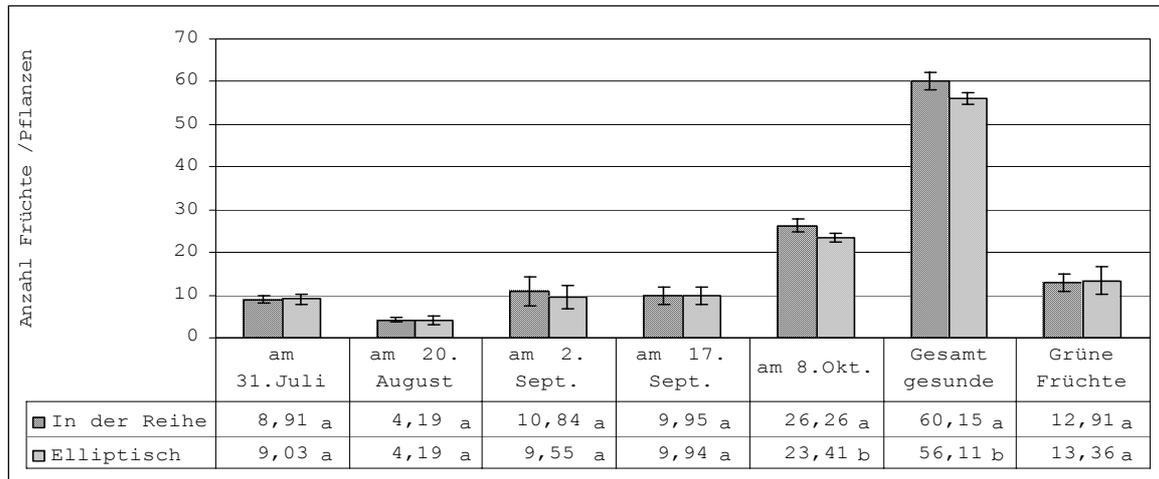
Die Anzahl geernteter Früchte pro Pflanze war an den beiden ersten Terminen, am 08.10.2006 und in der Summe aller Erntetermine in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höher als in der Kontrolle (Grafik 23).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 23: Anzahl geernteter Früchte pro Pflanze im Jahr 2006; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

In der elliptischen Aufstellung wurden am 8.10. und in Summe aller Termine signifikant weniger Früchte/Pflanze geerntet als in der Aufstellung in gerader Reihe (Grafik 24).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

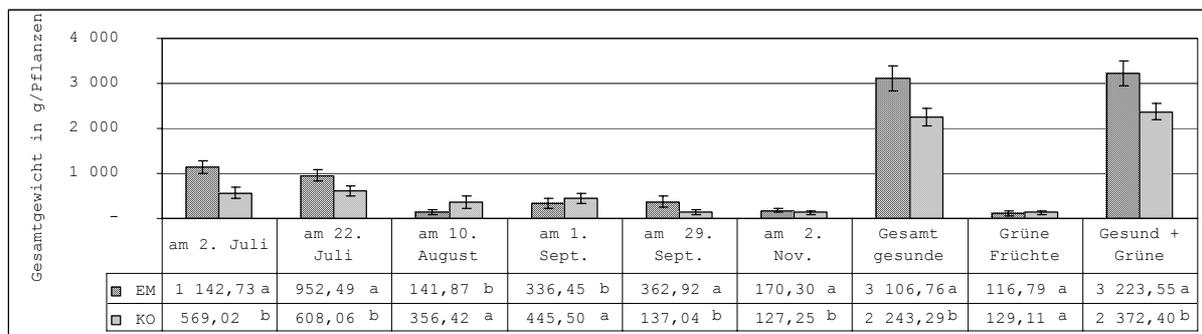
Grafik 24: Anzahl geernteter Früchte pro Pflanze im Jahr 2006; Vergleich von Aufstellung in der Reihe und Elliptisch

6.3.14 ERTRAG IM JAHR 2007

6.3.14.1 GESAMTERTRAG INKLUSIV GRÜNER FRÜCHTE

Eine sehr heiße Wetterperiode (bis ca. 50 °C im Folientunnel) hatte eine negative Wirkung auf die Entwicklung der Pflanzen, was man durch einen Rückgang der Produktion ab dem 3. Erntetermin sehen kann.

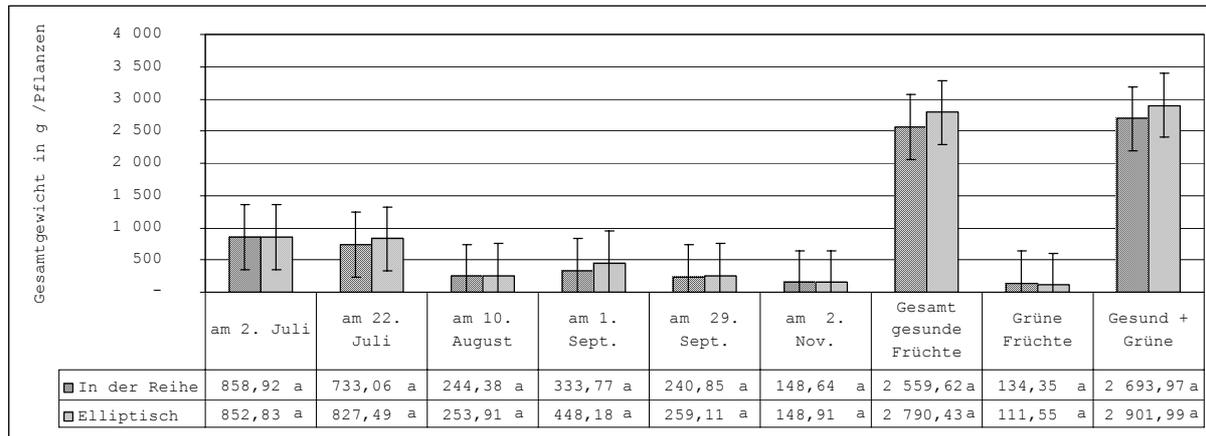
Die Erträge an gesunden Früchten waren in der Kontrolle am ersten, zweiten, fünften, und sechsten Termin signifikant niedriger als in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung, auch der Gesamtertrag summiert lag in der Kontrolle signifikant darunter (Grafik 25). Auch zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen EM-Gesteinsmehl und der Kontrollvariante im Gesamtertrag inklusive grüner Früchte. Die Kontrollvariante war nur an 2 Ernteterminen signifikant höher (am 10. August und am 1. Sept.).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 25: Gesamtertrag der geernteten Früchte in g pro Pflanzen im Jahr 2007; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Im Gegensatz zum Jahr 2006 hatten die Aufstellungen in der Anbausaison 2007 keinen erheblichen Einfluss auf den Gesamtertrag. Trotz der Tendenz eines höheren Ertrags bei der elliptischen Aufstellung ist an der Gesamtzahl der geernteten gesunden Früchte statistisch kein Unterschied feststellen (Grafik 26).

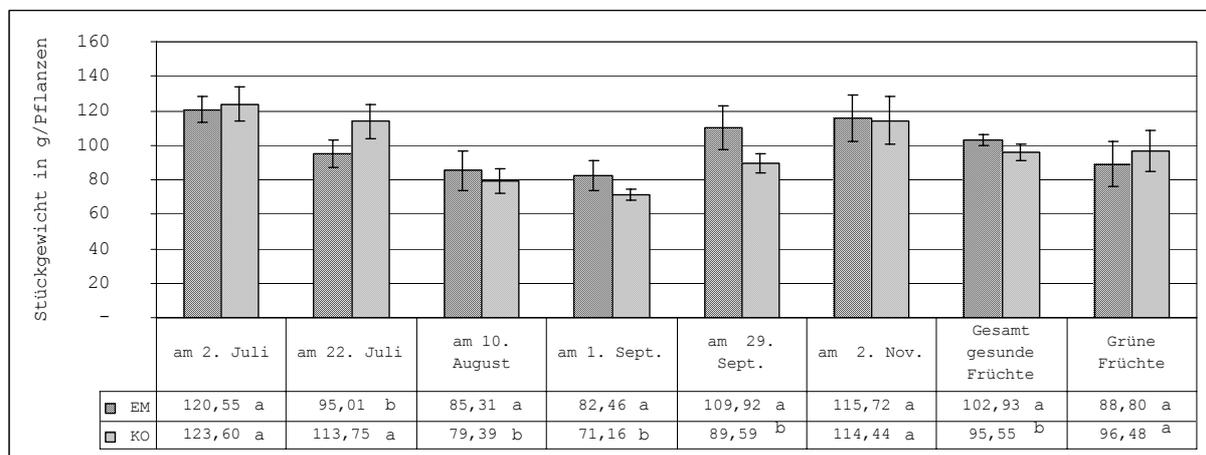


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 26: Gesamtgewicht der geernteten Früchte in g pro Pflanzen im Jahr 2007; Vergleich von Aufstellung in der Reihe und in der Ellipse

6.3.14.2 MITTLERES STÜCKGEWICHT DER GEERNTETEN FRÜCHTE INKLUSIV DER GRÜNEN FRÜCHTE IM JAHR 2007

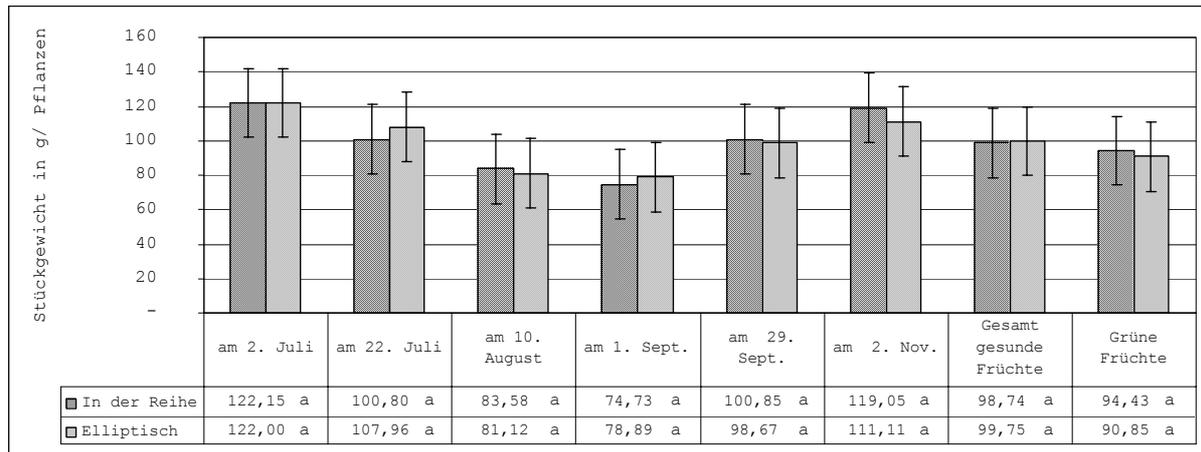
Das mittlere Stückgewicht der Tomaten im Jahr 2007 war in der kombinierten Variante EM-Gesteinsmehl im Mittel aller Erntetermine mit 102,93 g signifikant höher als in der Kontrollvariante mit 95,55 g (Grafik 27). Außerdem war das mittlere Stückgewicht am 22. in der Kontrollvariante signifikant höher.



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 27: Mittleres Stückgewicht in g in der Anbausaison 2007 bei den einzelnen Ernteterminen; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Die Aufstellung ergab dagegen keine Unterschiede (Grafik 28).

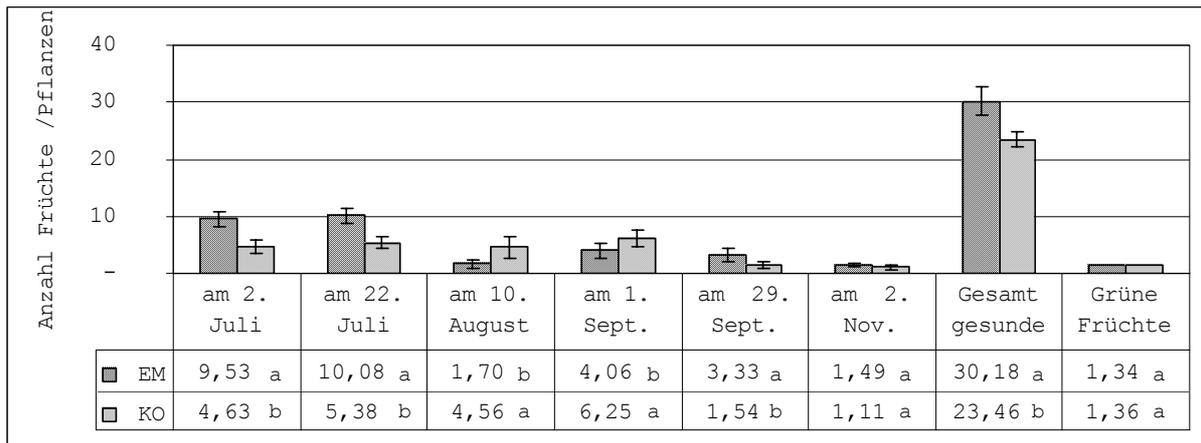


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 28: Mittleres Stückgewicht in g (2007); Vergleich von Aufstellung in der Reihe und Elliptisch

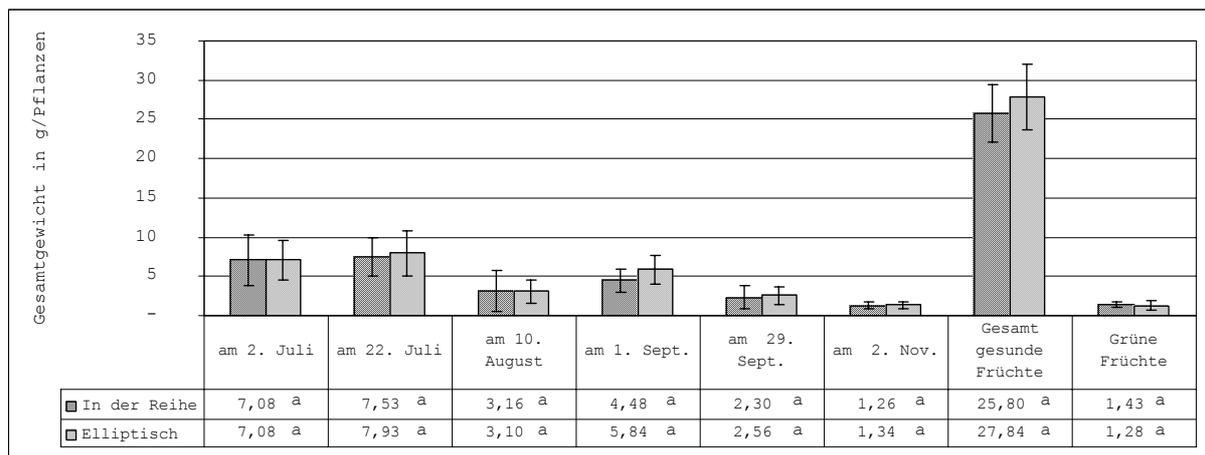
6.3.14.3 ANZAHL DER FRÜCHTE EXKLUSIV GRÜNER FRÜCHTE IM JAHR 2007

Die Anzahl geernteter Früchte pro Pflanze war an den beiden ersten Terminen, am 29.9. 2007 und in der Summe aller Erntetermine in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höher als in der Kontrolle. In der Kontrollvariante war die Anzahl an Früchten nur am 3. und 4. Termin signifikant höher als in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (Grafik 29). Die Aufstellung hatte dagegen keine Auswirkungen (Grafik 30).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 29: Anzahl geernteter Früchte pro Pflanze im Jahr 2007; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 30: Anzahl geernteter Früchte pro Pflanze im Jahr 2007; Vergleich von Aufstellung in der Reihe und Elliptisch

6.4 DISKUSSION

In beiden Jahren lag die Keimungsrate in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung höher, außerdem war ein früherer Pflanzenaufgang in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung festzustellen. Die frühere Entwicklung in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung konnte auch später bei den Blühstadien als Tendenz beobachtet werden (Grafik 8 und Abbildung 7). Die positive Wirkung von EM - Mischungen auf das Pflanzenwachstum wurde schon von KHALIQ et al. (2006) und JAVAID 2006 gefunden. Die Wachstumssteigerungen (Ertragsteigerungen), die durch die Anwendung von EM-Mischungen in der behandelten Variante beobachtet wurden, sind wahrscheinlich auf höhere mikrobielle

Biomasse (C_{mik}) in dem behandelten Substrat zurückzuführen. Das zeigt sich in einer besseren Entwicklung der Tomatenpflanzen. Das bestätigt auch XU (2000) in einer Studie über das Wachstum der Wurzeln.

Die extrem hohen Temperaturen im Sommer 2007 (bis 50 °C im Folientunnel) führten zu einem Abfall vieler Tomatenblüten. Die 5., 6. und 7. Blütenstände fielen bei beiden Varianten aus. Nach Vogel (1996) besteht während der Blüte die stärkste Temperaturempfindlichkeit. Dies stimmt mit Literaturangaben überein (VOICAN et al. 1991). Das heiße Wetter während der Sommerperiode 2007 hatte somit Auswirkungen auf Wachstumsmerkmale der Tomatenpflanzen im Folientunnel. Die Tomatenpflanzen waren während der Hitze in einem schwierigen Wachstumsprozess. Ab der 2. Hälfte des Monats Juli erholten sich die Pflanzen beider Varianten wieder, nachdem die Hitze nachgelassen hatte. Blüten und Knospen konnten unter diesen besseren Bedingungen wieder an den Pflanzen verbleiben.

Die Wuchsschwäche der Kontrollvariante in 2006 könnte auf Grund eines Ungleichgewichts der Nährstoffe im Substrat aufgetreten sein (Gesetz des Minimums von LIEBIG). Nach der Untersuchung an der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) wiesen die Blätter der Kontrollvariante Magnesiummangel auf. Bei den Blättern mit den violetten Verfärbungen wurde ein Phosphormangel festgestellt (GERHARD BEDLAN²⁰ am 1. August 2006). Nach LESAINTE et al. (1982) verursacht die Aufnahme einzelner Nährstoffe gleichzeitig eine Unausgewogenheit in der Absorption anderer Elemente wie z.B. Mg, B, Zn, Fe und Mn, und führt so zu Chlorosen mit Verlangsamung der Photosynthese und dementsprechend reduziertem Wachstum. Bei Mg-Mangel ist zum Beispiel die Chlorophyllsynthese gehemmt und die Chloroplastenzahl erniedrigt.

Die Membranstruktur der Chloroplasten ist gestört (BASZYNSKI et al. 1980). Folge ist eine reduzierte Wachstumsgeschwindigkeit. Dagegen könnte die mit EM behandelte Variante mit Beigabe von „EM-Bokashi“ die Wirksamkeit der Zunahme des Stickstoffes erklären, indem sie die Regulation der Synthese der Proteine in der Tomatenpflanze begünstigen. An zweiter Stelle steht der Mangel an Magnesium und Phosphor, der in den Tomatenpflanzen nachgewiesen wurde (BEDLAN 2006), auch dieser könnte eine wichtige Rolle gespielt haben (SCHILLING 2000). In der Tat weiß man, dass Nährstoffmangel (Hauptnährstoffe und Spurenelemente) in der Regel zuerst Wachstumsdepressionen, Nekrosen bzw. Chlorosen des jungen Gewebes verursachen (MENGEL 1991). Später manifestiert sich dieser Mangel in verschiedenen Organen, die

²⁰ HR Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Institut für Pflanzengesundheit Abteilung feld- und gartenbauliche Phytopathologie Spargelfeldstraße 191
1226 Wien

eine Veränderung der Funktionen der Pflanze mit sich bringt. Dies bewirkt zunächst eine Verlangsamung, dann eine Wachstumsverspätung (MENDEL 1991, DIEHL 1975, ZUANG 1987, MORARD 1995). Gleichzeitig reduziert sich die photosynthetische Aktivität aufgrund der durch Chlorosen begrenzten Blattoberfläche (HELLER 1977). Der Spurenelementmangel senkt den Ertrag sowie gegebenenfalls die Qualität (Schilling 2000). Dies stimmt mit den Versuchsergebnissen überein. In beiden Jahren zeigten die mit kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandelten Pflanzen weniger Chlorosen und mehr Chlorophyll (Grafik 18).

Aus dem Vergleich der Behandlungen der Gewächshaus-Tomaten mit kombinierten EM-Gesteinsmehl und Wasser zeigt sich, dass EM-Gesteinsmehl-Behandlung eine Stärkung der Pflanzen mit sich bringt. Dies zeigte sich in der Keimperiode, bei der Blüte und bei den Früchten, sowie in der Intensität des Chlorophylls. XU et al. (2000) stützen diese Behauptung. Sie fanden eine Zunahme der Photosynthese in den Blättern von Mais und Tomaten, die mit EM behandelt wurden gegenüber einer organischen Düngung ohne EM.

Die Untersuchungen zur Pflanzengesundheit lassen Erkenntnisse zu, die im Folgenden diskutiert werden.

Die im Versuch beobachtete höhere Anfälligkeit für Krankheiten und Kelchfäule in der Kontrolle ist direkt mit der Nährstoffversorgung in dieser Variante in Verbindung zu bringen. BOULD et al. (1976) berichten, dass die Tomate zur Zeit ihrer Fruchtausbildung eine höhere Ca-Konzentration im Nährmedium benötigt, damit eine ausreichende Ca-Einlagerung in die Frucht gewährleistet ist. Bei nachlassender Kalziumversorgung treten aufgrund der schlechten Beweglichkeit des Elements Kalzium zuerst an den jüngsten Sprosssteilen Ca-Mangelsymptome auf (Chlorose junger Blätter, Fruchtfäule der Tomaten) (OEHMICHEN 1983).

Die statistische Auswertungen der Krankheiten und Schädlinge an den Früchten und Pflanzen zeigte, dass die Kontrolle während des Jahres 2006 einen höheren Befall von *Alternaria*, *Venturia* und *Botrytis* aufwies (Grafik 11). Im Jahr 2007 wurde ein signifikant höher Befall mit Blütenendfäule in der Kontrolle festgestellt (Grafik 15)

Generell sind schwächere Pflanzen weniger widerstandsfähig gegenüber bestimmten Krankheiten (z.B. *Cladosporium fulvum*) (HOFFMANN et al. 1983, JONES 1991). Das "Tomato pox" in der Anbausaison 2006 (signifikant höher in der Kontrolle) könnte einen genetischen bzw. samenbürtigen Grund haben (BLANCHARD 1991, JONES 1991).

Während der Anbausaison 2007 hatten die Pflanzen der Kontrollvariante dunkelgrüne und breitere Blätter als die mit

kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandelten. Grundsätzlich weist dies auf einen Stickstoffüberschuss hin (BEDLAN 1999). MENGEL (1991) berichtet, dass zu reichlich mit N versorgte Pflanzen vielfach eine verminderte Resistenz gegenüber bakteriellen und pilzlichen Schaderregern zeigen, was in der Kontrollvariante beobachtet wurde (siehe Grafik 13). Das Auftreten von Chlorosesymptomen war signifikant geringer in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung als in der Kontrolle. Ausfälle durch Blütenendfäule waren in der Kontrolle signifikant höher (31 %) als in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (3 %). Der geringere Befall mit Blütenendfäule in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung könnte auf die Anwendung von Gesteinsmehl zurückzuführen sein. In der Tat weiß man, dass Gesteinsmehle aus vulkanischem Gestein hergestellt werden. Sie enthalten viele Mineralstoffe und Spurenelemente, z.B. Bor, Chrom, Jod, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän, Nickel, Zink und Eisen. Der Gehalt an Aluminiumoxid spielt eine wichtige Rolle bei der Humusbildung, was die Regenwürmer zu schätzen wissen. Der meist hohe Siliziumgehalt hilft gegen Pilzkrankheiten und beim Stäuben auch gegen Schädlinge (Insekten) (MENGEL 1991). Die Spritzungen haben also möglicherweise dazu beigetragen, dass Pilze (*Alternaria*, *Botrytis*, *Venturia*) und physiologische Schäden (Blütenendfäule) in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung gegenüber der Kontrolle weniger aufgetreten sind.

In weiteren Versuchen sollte die EM Anwendung auf den Boden und über Spritzbehandlung getrennt untersucht werden um festzustellen, welche Maßnahme gegenüber Krankheiten und Schädlinge wirkt. Die EM-Gesteinsmehl-Behandlung hatte in beiden Jahren einen signifikant höheren Ertrag (Anzahl und Gewicht gesunder, reifer Früchte) pro Pflanze als die Kontrolle.

Diese Ergebnisse kontrastieren mit denen von PRIYADI et al. (2005), wo die Auswirkungen der Bodenart, der Anwendung von Hühnermist und EM auf den Ertrag von Mais in Indonesien untersucht wurden und keine klare Wirkung von EM festgestellt wurde. Es gibt keine andere Literatur, die diese Ergebnisse bestätigt. Die elliptische Aufstellung der Töpfe war in beiden Jahren insgesamt wenig signifikant im Vergleich zur Aufstellung in gerader Reihe. Daraus lässt sich folgern, dass es keinen Einfluss der Aufstellung in fast allen untersuchten Parametern gibt. Diese Ergebnisse bestätigen nicht Ergebnisse von BLOKSMA (1995). BLOKSMA beobachtete bei Topfversuchen mit Apfelbäumen in der Kreisauflistung eine stärkere generative Entwicklung und eine größere der Bäume als in der Reihe.

7 QUALITÄT UND KLASSIFIZIERUNG DER ERNTE

7.1 EINLEITUNG

Die Parameter der äußeren und inneren Qualität sind wettbewerbsfähige Größen, die die Bewertung eines Produktes und seine Identifikation erlauben.

Die Verbraucher definieren zwei wesentliche Kriterien für eine gute Ernährung: die Gesundheit (die Sicherheit und Wohlergehen einschließt) und der Genuss (JEANNEQUIN et al 2005). MEIER et al. (1991) verstehen unter diesem Ausdruck folgendes: *„Unter der Qualität eines Lebensmittels kann man einerseits die Fähigkeit verstehen, dem Verbraucher freie Energie zuzuführen. Ein Maß für die Qualität wäre dann die Differenz der Entropie, die pro Masseneinheit des Lebensmittels zugeführte Kalorienmenge“*. Nach SCHILLING (2000) ist die Qualität ein Maß für den Gebrauchswert des Produktes. Sie hängt von seiner stofflichen Zusammensetzung und der räumlichen Anordnung der Inhaltsstoffe ab.

Aus diesem Grunde sind mehrere Kriterien (externe und interne Aspekte von Frucht, Geschmack, Aromen, Gefüge) nötig (JEANNEQUIN et al. 2005, CAUSSE 2000, CAUSSE et al. 2003), um die Qualität zu bestimmen.

Neben traditionellen Methoden, gibt es einen neuen Ansatz, der auf Biophotonen basiert, an denen die Wissenschaftler ihre Forschung orientieren.

Biophotonen sind messbare Lichtquanten aus biologischen Systemen, die aus angeregten elektronischen Zuständen stammen und physiologische Bedeutung haben. Im Falle von Stressbelastung oder im Falle von Wachstumsprozessen werden erhöht Biophotonen entsprechender Wellenlängen emittiert. Diese Photonen sind je nach zugeordneter Wellenlänge imstande, Zellteilungen zu stimulieren oder zu supprimieren, wie man mit Zellkulturen zeigen kann (KLIMA et al. 1981, KLIMA et al. 1987). Biophotonenforschung wird seit mehr als zwei Jahrzehnten am Atominstitut der Technischen Universität Wien und seit mehr als 2 Jahren am Institut für Garten-, Obst- und Weinbau der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt. Biologische Systeme (Pflanzen, Zellgewebe, etc.) senden spontan eine schwache Eigenstrahlung (10 - 10.000 Lichtquanten pro Sekunde, 400 - 900 nm Wellenlängen) aus, die man Biophotonen nennt. Diese Strahlung wird an diversen Biosystemen mittels Einzel-Photonen-Zählung (Single- Photon-Counting) untersucht.

Durch spontane Biophotonenemission und Photolumineszenz von Lebensmitteln wie Weizen, Hafer, etc. kann man deren biophysikalische Qualität in Ergänzung zu den herkömmlichen Methoden untersuchen (KLIMA et al. 1981, ROSCHGER et al. 1984, JEZOWSKA et al. 1987, POPP 1999).

Biophotonen spiegeln daher die regulative Qualität eines biologischen Systems wieder (POPP 1984, POPP 1994): hohe Speicherfähigkeit für Photonen bedeutet hohe Lebensdauer angeregter Zustände, was etwa durch die Abklingzeit der Photolumineszenz nach Belichtung messbar ist. Eine erhöhte Zahl von Biophotonen (Emission mit Belichtung) signalisiert Stressbelastung und Qualitätsverlust (RUTH et al. 1976).

Die am Atominstytut und auf der BOKU bestehende Anlage „Photodec“ (Abbildung 15) zur spektralen Messung von Biophotonen BP ist in den folgenden Grafiken dargestellt. Die wichtigsten Bestandteile von „Photodec“ sind: 1- Der Photomultiplier PM (Hamamatsu R 562)) mit zugehörigem Kühler K (Hamamatsu C 659 A); 2- Die temperierbare Meßkammer PK aus rostfreiem Stahl; 3- Das Filterrad FR für 20 Filterplätze; 4- Die Kantenfilter F; 5- Der Schrittmotor SM zum Positionieren der Filter; 6- die Pneumatik PN zum Heben und Senken der Meßkammer; 7- Die TTL-Signal-verarbeitungselektronik mit Verstärker/Diskriminator und TTL-Impulsformer (Amtec A-101 PAD); 8- Der Meßcomputer PC mit der Meßkarte (Oxford Tenelec Nucleus MCS II) samt Meßprogramm (MCS II) zur Erfassung der Photonenemission Z und dem Meßprogramm (Photodec Control) zur Filterradansteuerung und Datenerfassung der spektralen Photonenemission Z_1 .

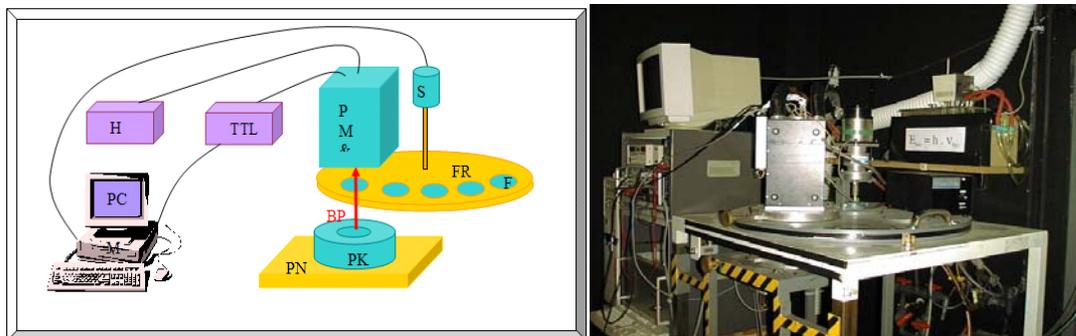


Abbildung 15: Links, Prinzip der Biophotonen-Messanlage „Photodec I“ und Rechts, Bild der Biophotonen-Messanlage „Photodec I“ am Atominstytut TU/Wien

7.2 METHODE

An jeweils 4 Terminen (im Jahr 2006 am 3.8., 14.8, 21.8, und 3.9. und im Jahr 2007 am 10.7., 16.7., 30.7., und 5.8.) wurden zur Ermittlung der Fruchtqualität pro Wiederholungsblock je 5 Tomaten einen Tag nach der Ernte im Labor des Instituts für Obst-, Gemüse und Weinbau auf ihre Qualitätsmerkmale untersucht. Weiters wurden am selben Tag die geernteten Tomaten (8 gesunde Früchte pro Wiederholung, insgesamt 80 Früchte pro Variante) für 20 Tage im Kühlraum des Instituts bei 12 °C eingelagert. Jeden 5. Tag wurden die Früchte bonitiert. Befallene Früchte wurden gezählt, entfernt und im

Labor des Instituts für Pflanzenschutz auf Schadursachen untersucht. Anschließend wurde eine Mischprobe aus 5 Früchten genommen und im Trockenschrank bei 95 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Daraus wurde die Trockensubstanz in % errechnet. Es wurde auch ein Mischsaft aus 5 Früchten pro Parzelle mit einem Haushaltsentsafter Braun Multipress automatic MP 80 hergestellt zur Untersuchung folgender Parameter: Lösliche Trockensubstanz (% Brix) mittels Palette PR-101 der Firma ATAGO, Gesamtsäure durch Titration mit 0,1 N NaOH mittels Titroline Alpha plus, Redoxpotential, Widerstand und pH-Wert mittels BE- T- A- Messgerät: MT 732 Dr. VINCENT RASCHE der Firma MED- TRONIK. Mittels dieses Gerätes wurde auch der P-Wert gemessen, der sich laut HOFFMANN (1991) auf folgender Formel errechnet: $\{Eh=E+207+(T-25)*(-0.71)\}$.

7.2.1 PH-WERT

In Hinblick auf seine Bedeutung erscheint der pH-Wert als eine wesentliche Komponente der Qualität. Bestimmte Verfahrensweisen im Lebensmittel erfordern einen spezifischen pH-Wert (MEIER-PLOEGER et al. 1991). Der pH-Wert ist der Indikator für den Säuregehalt, der einer der wichtigsten Parameter der organischen Substanz ist. Es gibt verschiedene Methoden, um den pH-Wert zu messen. Einer davon ist die pH-Wert Elektrode. Der pH-Wert wird über den negativ dekadischen Logarithmus der Hydroniumionenkonzentration $[H_3O^+]$ definiert und ist eine dimensionslose Größe. $pH\text{-Wert} = -\log[H_3O^+]$

0	2	4	6	7	8	10	12	14
Abnehmend	Saure	Lösung	[H ₃ O ⁺]=[OH ⁻] Neutral	Zunehmend	Basische	Lösung		

Die OH⁻ Ionen und H⁺ werden beiderseits von leichter negativer und positiver Ladung der Elektrode gewonnen. Das durch das pH - Meter berechnete Ladungspotential erlaubt es, die Quantität der Ionen in der Stichprobe zu bestimmen.

Die Messung erfolgte simultan mit der Redoxpotentialbestimmung mit demselben Gerät. Die Probe selbst wurde am gleichen Tag im Labor als Presssaft gewonnen.

7.2.2 DAS REDOXPOTENTIAL / RH-WERT

Das Redoxpotential ist eine wichtige Eigenschaft (Boden, Bewässerung...), die für die Pflanzenernährung eine Rolle spielt, und zwar bei Nährelementen, die in unterschiedlichen Oxidationsstufen vorkommen.

Das Redoxpotential gibt an, wie stark reduzierend oder oxidierend die gemessene Lösung ist (BREUER 1992). Das Massenwirkungsgesetz stellt ein dynamisches Gleichgewicht aus Elektronenaufnahme und Elektronenabgabe dar. Ein negatives

Potential bedeutet, dass die Lösung hinsichtlich der Wasserstoffelektrode reduzierend wirkt. Ein positiver Wert zeigt an, dass die Lösung oxidierend wirkt. Hohe Werte für das Redoxpotential weisen auf eine größere Stressbelastung der

Messproben hin (WOLF et al. 1997, HOFFMANN 1997). Bei besserer Qualität bzw. „gesunden Proben“ sind ein niedriges Redoxpotential und ein niedriger P-Wert zu erwarten sowie ein höherer spezifischer Widerstand (WOLF et al. 1997).

Das Redoxpotential kann als elektrische Spannung in „mV“ gemessen werden. Der Redoxzustand wird als so genannter rH-Wert angegeben. Der rH-Wert (mit Skala von 0 bis 42,6) (HOFFMANN 1997) definiert sich als negativer dekadischer Logarithmus des Wasserstoffdruckes, unter welchem sich die in die Messlösung eingetauchte Elektrode befindet. Die Skala zeigt als Neutralpunkt $rH = 28$. Das reduktive Milieu liegt bei einem $rH < 28$, das oxidative Milieu bei $rH > 28$ (MEIER 1991). In der Natur liegen die Grenzwerte für lebende Organismen zwischen $rH > 15$ und $rH < 35$ (ROUJON 1976).

0	28	42,6
Viele Elektronen	Neutral	Wenig Elektronen
Lebensmittel		

Die Messung erfolgte zugleich mit der Widerstand- Bestimmung aus dem aufgetauten Presssaft.

7.2.3 DIE ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT (WIDERSTAND (Ω))

„Nahrung, die ihre Reduktionsfähigkeit verloren hat, ist tot“, Zitat in HOFFMANN 1997). Was heißt das? Nahrung, die nicht mehr in der Lage ist, Elektronen(-energie) abzugeben, ist für den Körper von geringerem Nutzen.

Die elektrische Leitfähigkeit gilt als Maß für die gesamte Ionenkonzentration in der Probe, also nicht nur die H^+ und OH^- Ionen, die im pH-Wert erfasst sind, sondern zum Beispiel auch für die Ionen von Mineralstoffen und Spurenelementen. Die diesbezügliche Beurteilung der Lebensmittelqualität hängt allerdings von der Probenart ab.

Bei Proben mit Zellaufschlammungen haben die von besserer Qualität meist die niedrigeren Leitwerte, da die noch intakten Zellwände den Ionenaustausch in der Messflüssigkeit beeinflussen (MEIER et al. 1991).

Die elektrische Leitfähigkeit einer Lösung hängt von verschiedenen Faktoren ab, die unterschiedlich stark in die Wertung für die gesamte Leitfähigkeit eingehen. Zuerst einmal

müssen bewegliche Ladungsträger vorhanden sein, also Ionen (Kationen und Anionen).

Liegen gelöste Stoffe vor, entscheiden Konzentration, Temperatur, Dissoziationsgrad, Wertigkeit, Ionenbeweglichkeit, Viskosität und die Elektrizitätskonstante über den Beitrag zur Leitfähigkeit. Nach WOLF et al (1997) ist der elektrische Widerstand umso höher, je gesunder und jünger eine Messprobe ist und desto schlechter leitet sie den elektrischen Strom.

Die erhaltenen Messwerte wurden direkt am Messgerät abgelesen. Der elektrische Widerstand gilt als Maß für Leitfähigkeit vom elektrischen Strom und wird in Ohm(Ω) angegeben. Mathematisch ist der Widerstand der Kehrwert der elektrischen Leitfähigkeit: Elektrischer Widerstand (Ω) = 1/ Elektrische Leitfähigkeit S (Siemens).

7.2.4 P-WERT BESTIMMUNG

Der P-Wert wird aus den drei Faktoren elektrischer Widerstand, pH-Wert und Redoxpotential errechnet und ist ein physiologischer Index, in welchem der aktuelle elektrische Energiestatus sowie die Elektrolyt- und Wasserstoffionenkonzentration integriert sind (HOFFMANN 1997). Seine Aussagekraft ist umfassend, da die qualitäts- und gesundheitsrelevanten Ergebnisse der drei einzelnen elektrischen Parameter in ihm zusammenfließen. Er korreliert meist gut mit dem Redoxpotential.

Aus elektroenergetischer Sicht sind daher niedrigere P-Werte Indikatoren für eine bessere Qualität (HOFFMANN 1988).

Die Maßeinheit des P-Wertes ist μ W. HOFFMANN (1997) formuliert für die Berechnung der P-Werte: $P = (rH - 2 \cdot pH)^2 / \text{Widerstand}$.

Aus dem Widerstand, dem Redoxpotential und dem pH-Wert, wurde mittels der Formel von HOFFMANN (1991), die auch eine Temperaturkorrektur der Messflüssigkeit auf + 20 °C beinhaltet, der P-Wert (Dissipationsmaß) errechnet.

7.2.5 TROCKENMASSEBESTIMMUNG

Die Trockenmasse oder Trockensubstanz ist jener Bestandteil einer Substanz, der nach Abzug des Rohwassers übrig bleibt. Trockenmassegehalt und Wassergehalt ergänzen sich also zu 100 Prozent. Es gilt folgender, formelmäßig gerechneter Zusammenhang: $TS = \frac{m_T}{m_{ges}} \cdot 100 \%$.²¹

Die Wichtigkeit der Trockenmasse ergibt sich aus der Tatsache, dass üblicherweise alle anderen Gehaltsbestimmungen auf sie bezogen werden.

Die Trockensubstanz wurde gravimetrisch durch Trocknen der Tomatenproben im Trockenschrank ET 4000 bei 90 °C bestimmt.

²¹ TS = Trockenmasse, m_T = Masse der Trockensubstanz und m_{ges} = die Gesamtmasse der Probe.

Zuerst wurde ein Achtel einer Tomate in eine Alufolie eingewogen und 90 Minuten bei 105 °C und danach weitere 24 Stunden lang bei 90 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

7.2.6 MESSUNG DES REFRAKTOMETRISCHEN INDEX (IR)

Für die Schätzung der löslichen Trockensubstanz nutzt man die optische Eigenschaft eines Saftes. Man muss das Licht umleiten, um es zu brechen. Der Refraktometrische Index wird in % Brix ausgedrückt.

Dieser Index wird vorwiegend im Obst-Bereich verwendet, also für Fruchtsäfte, Getränke und allgemein zuckerhaltiges. Da diese mengenmäßig neben Wasser hauptsächlich verschiedene Zucker enthalten (vor allem Glucose, Fructose, Saccharose), wird mit der Dichte auch ungefähr der Zuckergehalt angegeben. Diese Methode wurde nach dem österreichisch-deutschen Wissenschaftler ADOLF FERDINAND WENCESLAUS BRIX (1798 - 1870) benannt, der sie im Jahre 1870 entwickelte.

Eine Flüssigkeit hat ein Grad Brix (=1 % Brix), wenn sie dieselbe Dichte hat wie eine Lösung von 1 g Saccharose in 99 g Wasser. 10 Brix (=10 % Brix) hat eine Flüssigkeit dann, wenn ihre Dichte die einer Lösung von 10 g Saccharose in 90 g Wasser ist. Die Saccharoselösung ist hierbei nur die Vergleichssubstanz, die untersuchte Flüssigkeit muss keine Saccharose enthalten.

Zur Messung wurden einige Tropfen Probenflüssigkeit auf das Messprisma des Refraktometers („Palette PR-101“ der Firma „ATAGO“) aufgebracht und gleichmäßig verstrichen. Die durch die Probenflüssigkeit bzw. die darin gelöste Trockensubstanz (verschiedene Zucker) veränderte Lichtbrechung wurde auf einer entsprechend kalibrierten Skala direkt in Grad Brix abgelesen.

7.2.7 MESSUNG DER FESTIGKEIT

Festigkeit ist eine Werkstoffeigenschaft, die den mechanischen Widerstand beschreibt, den ein Werkstoff einer äußeren Belastung entgegensetzt. Aus dem Spannungs-Dehnungs-Diagramm werden die technisch relevanten Festigkeitskennwerte ermittelt. Je nach Werkstoff, Werkstoffzustand, Temperatur, Belastung und Belastungsgeschwindigkeit können unterschiedliche Festigkeiten erreicht werden.

Für die Früchte ist die Festigkeit ein Kriterium, um den Erntezeitpunkt zu bestimmen und die Entwicklung der Qualität zu verfolgen.

Die Festigkeit der Früchte, also die externe Druckfestigkeit (kg/cm^2), ermöglicht andererseits auch Vergleiche zwischen verschiedenen Obstsorten. Eine hohe Festigkeit wird zum

Beispiel beim Apfel verlangt, bei einer Tomate ist eine zu große Festigkeit nicht erwünscht (PLANTON 1991, PLANTON 1992).

Die Festigkeit wurde mit einem Elektronischen Penetrometer M1000E der Firma „MECMESIN“ bestimmt.

7.2.8 MESSUNG DER GESAMTSÄURE

Der Grundsatz der Messung der Gesamtsäure der Frucht beruht auf der Neutralisierung der Säuren durch NaOH.

Zur Messung wurden 10 ml Probeflüssigkeit mit 30 ml destilliertem Wasser in einem Becherglas gemischt und die Elektrode des Titrators (Titroline Alpha plus) wurde eingetaucht. Nachdem der pH-Wert 8,1 erreicht wurde, konnte man den Verbrauch an NaOH (0,1 Mo) ablesen und die Gesamtsäure daraus berechnen.

7.2.9 VERKOSTUNGEN VON FRISCHEN FRÜCHTEN

Im Jahr 2007 wurden 2 Verkostungen mit jeweils 50 Testpersonen, die sich spontan zur Teilnahme bereit erklärten, in der Stadt Wien (auf der BOKU sowie in Lokalen und Geschäften im 21., 17. und 23. Bezirk) durchgeführt. StudentInnen, ProfessorInnen, VerkäuferInnen und GeschäftkundInnen verkosteten die Tomaten. Es handelte sich um qualitative Tests, bei denen die Testpersonen freie Antworten gaben.

Am 3.7.07 fand die erste Verkostung mit den frühreifen Tomaten statt. Am 16.7.07 gab es die zweite Verkostung mit beiden Varianten. Alle TeilnehmerInnen bekamen 4 Früchte, die mit einem Nummern Code versehen waren (1-4). Weiters einen Fragebogen (siehe Grafik 31), worauf die jeweils 4 zu verkostenden Früchte nach Aussehen, Geschmack und Fruchtfleischbeschaffenheit (= *Gefühl beim Reinbeißen*) zu bewerten waren.

Die Bewertung erfolgte mit einem Kreuz auf einer Skala von 1 bis 10 (Grafik 31).

Die Testpersonen erklärten sich spontan zur Teilnahme bereit. Die Früchte wurden jeweils nach der Ernte in Raumtemperatur gelagert und faule Früchte wurden vor der Verkostung entfernt. Es wurde so gebeten: „Bitte kreuzen Sie den Wert an, der Ihrer Meinung nach entspricht. Der Wert 1 bedeutet, dass das Ergebnis sehr schlecht ist, der Wert 10 bedeutet sehr gut. Mit den Werten dazwischen können Sie Ihre Meinungen abstufen“. Jede zu prüfende Tomatenvariante wurde einmal in der Plastiktasse präsentiert, um das Aussehen bewerten zu lassen,

und einmal auf einem Teller, wovon jede Testperson eine Frucht bzw. ein Fruchtstück zur Verkostung entnahm.

A: Wie schauen die Tomaten aus?										
Sehr schlecht										Sehr gut
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B: Wie schmecken Sie? (Gesamtgeschmack)										
Sehr schlecht										Sehr gut
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D: Sind sie unreif?										
Wenig reif										Sehr reif
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G: Wie fest sind sie?										
Sehr weich										Sehr fest
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Grafik 31: Fragetext und Antwortkategorien

7.2.10 DIE BIOPHOTONEN-ANALYSE

In den beiden Anbausaisonen (2006-2007) dieses Versuchs wurden 5 Tomatenscheiben und 5 Blätter (1 Frucht bzw. Blatt pro Wiederholung, also in Summe 10 Früchte bzw. Blätter pro Variante) gemessen. Die 3 Messungen pro Anbausaison erfolgten nach der Ernte. Die Proben (Tomatenscheibe mit 4 cm Durchmesser und 0,5 cm Abflachstärker und Tomatenblättern mit 4 cm Durchmesser) wurden in Glaspetrischalen 1,5 min mit einer OSRAM Quecksilber-Hochdrucklampe HQL-R de LUX (80 W, 40 cm) bestrahlt und mit der Biophotonen-Meßanlage „Photodec“ (Abbildung 15) 15 min lang gemessen. Die Bestrahlung der Proben verursacht eine Anregung der molekularen Zustände. Unter Abstrahlung von Licht fallen die Elektronen in energetisch niedrigere Zustände zurück. Das Verhalten der Photonenabstrahlung folgt einer hyperbolischen oder exponentiellen Funktion und wird in Form einer Kurve dargestellt. Die Auswertung der Kurven erfolgte automatisch mittels der Gleichung „ $y = y_0 + A_1 \cdot \exp(-x/t_1) + A_2 \cdot \exp(-x/t_2)$ “²² mit dem Programm „OriginPro70“. Die Lichtteilchen, die von der zu messenden Probe abstrahlen, treffen auf eine photoempfindliche Schicht (Photokathode). Beim Aufschlag eines Photons wird ein negativ geladenes Elektron aus dieser Schicht geschlagen, das beim Auftreffen auf weitere dieser Schichten (Dynoden ansteigender positiver Ladung) durch ansteigende elektrische Spannung beschleunigt wird und immer mehr Elektronen aus den lichtempfindlichen Schichten schlägt. Am Ende der Reihe steht die Abschlusselektrode (Anode) - hier wird der durch die Photonen entstandene Stromimpuls gemessen. Je höher der Stromimpuls am Ende der Kette ist, desto mehr

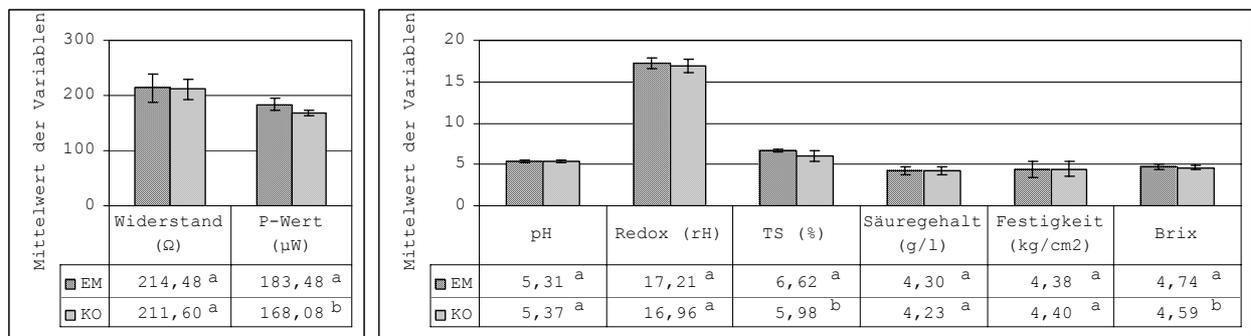
²² Die beiden Abklingzeiten t_1 und t_2 sind charakteristisch für den Verlauf der Kurve und beschreiben die Vitalität bzw. biologische Wertigkeit der Probe. Je höher die Werte für t_1 bzw. t_2 sind, desto höher ist das Lichtspeicherungsvermögen der Probe. A = Amplitude.

Photonen trafen zu Beginn auf die Kathode auf (RUTH et al. 1976). Die Intensität der Lichtteilchen, die „Photonenemission“, lässt sich über die Zahl der registrierten Photonen in Counts Per Second (cps) bestimmen.

7.3 ERGEBNISSE

7.3.1 FRUCHTQUALITÄTSMESSUNG

Bei den Fruchtuntersuchungen im Jahr 2006 (am 3.8., 14.8, 21.8 und 3.9.) wies die kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung einen signifikant höheren Brixgehalt und eine signifikant höhere Trockensubstanz auf (Grafik 32). Zwischen den Aufstellungsarten waren unmittelbar nach der Ernte keine Unterschiede festzustellen.

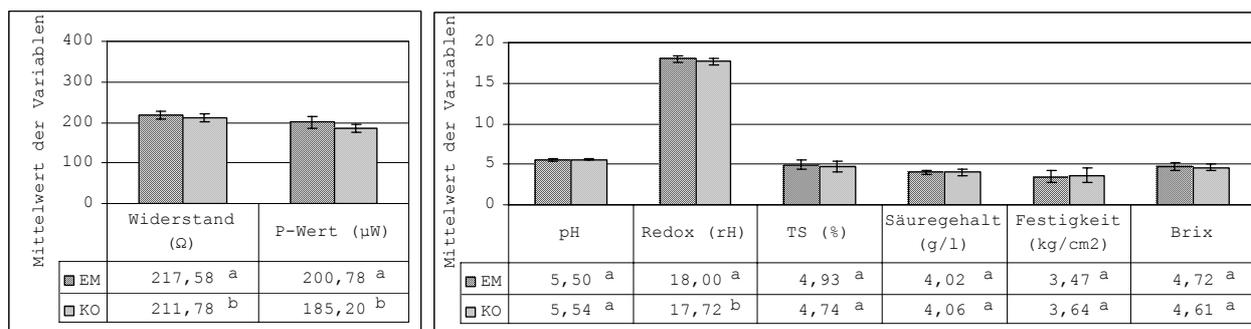


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 32: Fruchtmessungen am Tag der Ernte im Jahr 2006 (Mittelwert von 4 Terminen: am 3. 8., 14.8, 21.8, und 3.9.); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

7.3.2 ELEKTROCHEMISCHE ANALYSE AM 20. TAG LAGERUNG IN DER ANBAUSAISON 2006

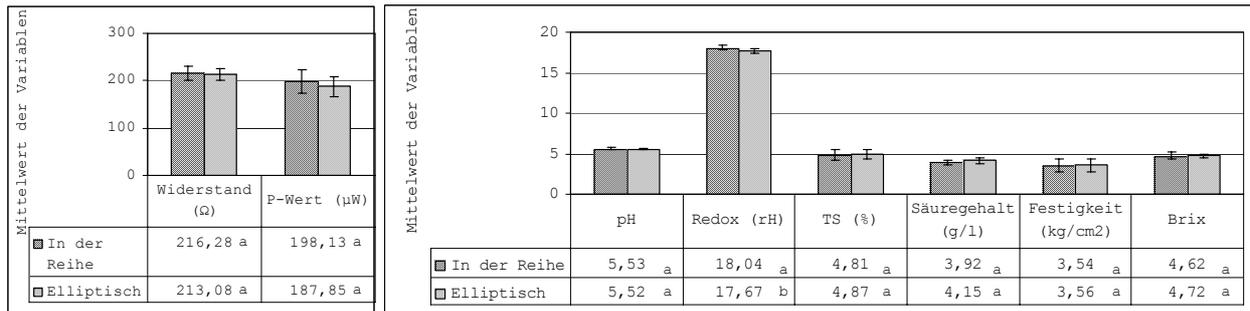
Nach 20 Tagen Lagerung lag das Redoxpotential und der Widerstand und von diesen abgeleitet auch der P-Wert in den Früchten der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höher als in der Kontrolle (Grafik 33).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 33: Fruchtmessungen am 20. Tag Lagerung im Jahr 2006 (Mittelwert von 4 Terminen: am 24. 8., 5.9, 26.9, und 24.10.); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Nach 20 Tagen Lagerung waren P-Wert und Redoxpotential in den Früchten der Variante „Elliptische Aufstellung“ signifikant niedriger als in der Variante „Aufstellung in der Reihe“. Der Säuregehalt war bei den in der Reihe aufgestellten Pflanzen signifikant niedriger (Grafik 34).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 34: Fruchtmessungen am 20. Tag Lagerung im Jahr 2006 (Mittelwert von 4 Terminen: am 24. 8., 5.9, 26.9, und 24.10.); Vergleich von Aufstellung in der Reihe und elliptisch

Beim Lagerversuch im Jahr 2006 wiesen die mit kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandelten Varianten im Mittel von 4 Terminen 2,19 % Lagerverluste auf im Vergleich zu 6,56 % in der Kontrolle, was allerdings statistisch nicht abgesichert werden konnte (Tabelle 8).

Tabelle 8: Ergebnisse des Lagerversuches im Jahr 2006 (80 Früchte pro Variante gelagert an 4 Terminen); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

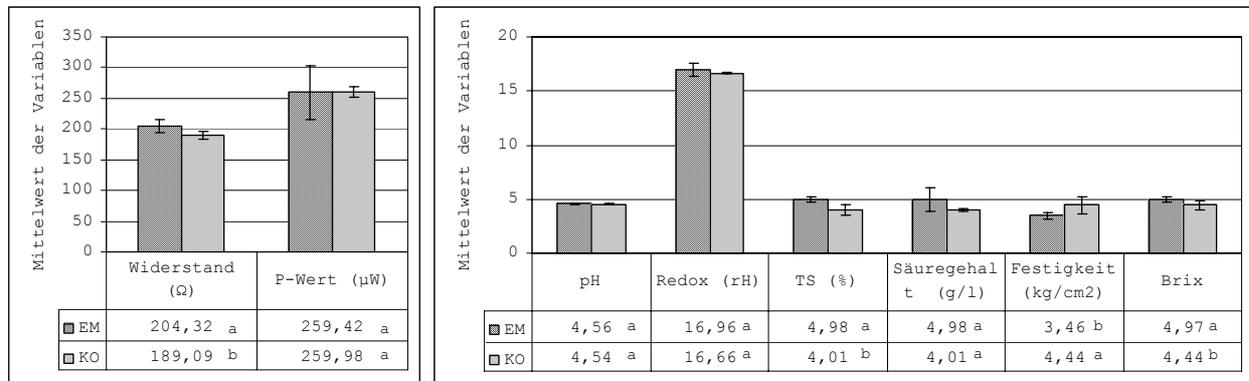
Termine	Kontrolltag								Total	%	ANOVA
	5.		10.		15.		20.				
	Befall	Anzahl Fr.	Befall	Anzahl Fr.	Befall	Anzahl Fr.	Befall	Anzahl Fr.			
1. EM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2. EM	0	0	0	0	0	0	Alternaria	1	1	1,25	
3. EM	0	0	0	0	0	0	Botrytis	2	2	2,50	
4. EM	0	0	0	0	0	0	Cladosporium	4	4	5,00	
total	0	0	0	0	0	0	0	7	7	2,19	ns
1. KO	0	0	0	0	Alternaria	2	Alternaria	1	3	3,75	
2. KO	0	0	0	0	Botrytis	3	Botrytis	3	6	7,50	
3. KO	0	0	0	0	Cladosporium	5	Cladosporium	4	9	11,25	
4. KO	0	0	0	0	Alternaria	2	Alternaria	1	3	3,75	
Total	0	0	0	0	0	12	0	9	21	6,56	ns

Signifikante Unterschiede (ANOVA für $P < 5\%$). s= Signifikant; ns= nicht signifikant
EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante

7.3.3 FRUCHTQUALITÄTSMESSUNGEN IN DER ANBAUSAISON 2007

Bei den Fruchtuntersuchungen im Jahr 2007 am 10.7., 16.7., 30.7., und 5.8. wies die kombinierte Variante EM-Gesteinsmehl

einen signifikant höheren Widerstand und eine signifikant höhere Trockensubstanz auf (Grafik 35). Die Kontrollvariante wies bei den Untersuchungen am Erntetag einen signifikant höheren Brix und eine signifikant höhere Festigkeit auf.

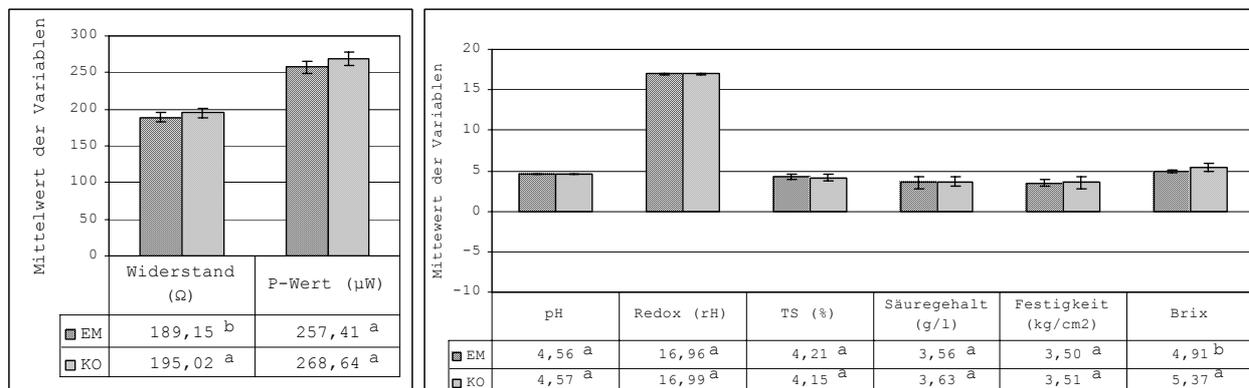


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 35: Fruchtmessungen am Tag der Ernte im Jahr 2007 (Mittelwert von 4 Terminen: am 10.7., 16.7., 30.7., und 5.8.); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

7.3.4 UNTERSUCHUNGEN AM 20. TAG LAGERUNG IN DER ANBAUSAIISON 2007

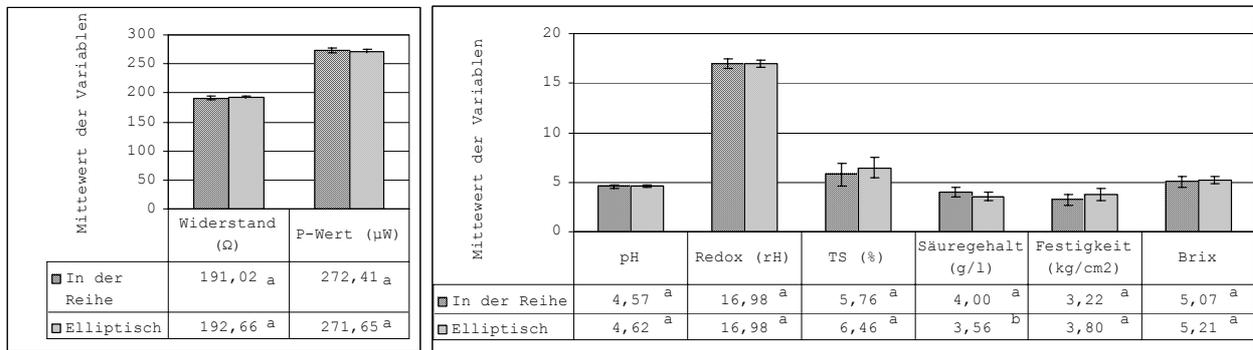
Nach 20 Tagen Lagerung waren der elektrische Widerstand und der Zuckergehalt in der Kontrolle signifikant höher als in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung (Grafik 36). Bei der Kontrollvariante sowie bei der mit Effektiven Mikroorganismen behandelten Variante gab es bis zum zwanzigsten Tag der Lagerung wenig (1,25 %) Befall. Dagegen begannen fast alle Früchte von beiden Varianten ab dem 15. Tag in der gleichen Proportion zu faulen.



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 36: Fruchtmessungen der Variante am 20. Tag Lagerung im Jahr 2007, Mittelwert von 4 Terminen: am 30.7., 19.8., 9.9., und 30.9.2007; Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Die elliptische Aufstellung zeigte nach der Lagerung einen signifikant niedrigeren Säurewert als die Aufstellung in der Reihe (Grafik 37).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 37: Fruchtmessungen der Aufstellung am 20. Tag Lagerung im Jahr 2007, Mittelwert von 4 Terminen: am 30.7., 19.8., 9.9., und 30.9.2007; Vergleich von Aufstellung in der Reihe und Elliptisch

Beim Lagerversuch im Jahr 2007 wiesen beide Variante von 4 Terminen 1,25 % Lagerverluste. (Tabelle 9)

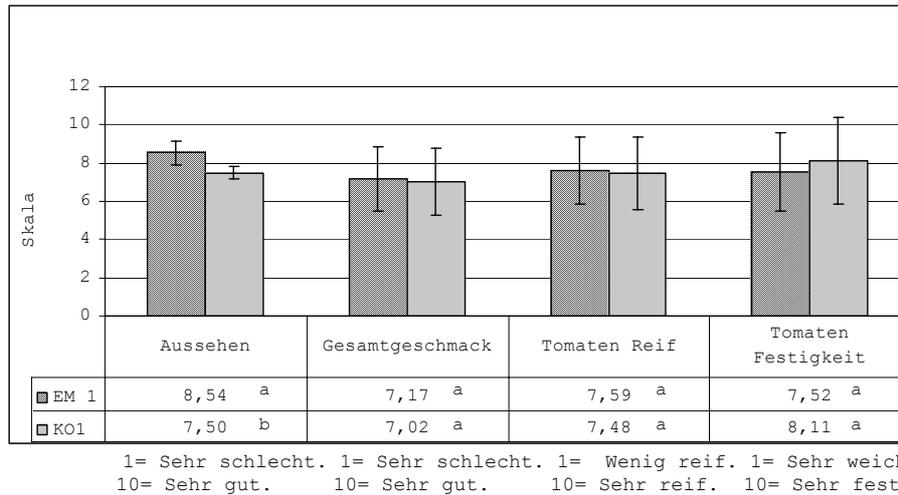
Tabelle 9: Ergebnisse des Lagerversuches im Jahr 2007 (80 Früchte pro Variante gelagert an 4 Terminen); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Termine	Kontrolltag								Total Befälle	%	t-Test
	5.		10.		15.		20.				
	Befall	Anzahl Fr.	Befall	Anzahl Fr.	Befall	Anzahl Fr.	Befall	Anzahl Fr.			
1. EM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2. EM	0	0	0	0	0	0	Alternaria	1	1	1,25	
3. EM	0	0	0	0	0	0	Botrytis	0	0	0,00	
4. EM	0	0	0	0	0	0	Cladosporium	0	0	0,00	
s/total	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,25	ns
1. KO	0	0	0	0	Alternaria	1	Alternaria	0	1	1,25	
2. KO	0	0	0	0	Botrytis	0	Botrytis	0	0	0	
3. KO	0	0	0	0	Cladosporium	0	Cladosporium	0	0	0	
4. KO	0	0	0	0	Alternaria	0	Alternaria	0	0	0	
Total	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1,25	ns

Signifikante Unterschiede (ANOVA für $P < 5\%$). s= Signifikant; ns= nicht signifikant; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante

7.3.5 ERGEBNISSE DER VERKOSTUNG VON FRISCHEN FRÜCHTEN IN DER ANBAUSAISON 2007

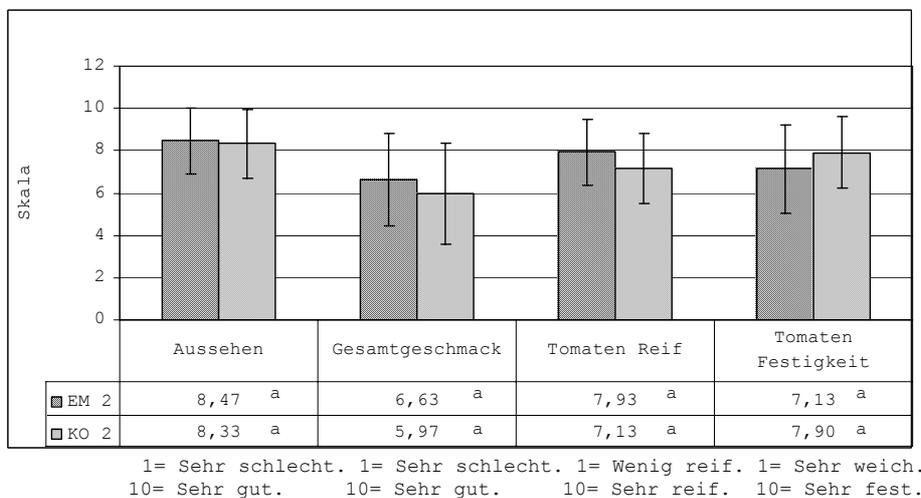
Bei der am 3.7.2007 durchgeführten 1. Verkostung wurden die Tomaten aus der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung beim Aussehen signifikant besser beurteilt als die Kontrollvariante. Bei den anderen Kriterien gab es keine signifikanten Unterschiede (Grafik 38).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 38: Ergebnisse der 1. Verkostung von frischen Früchte am 3.7. 2007 (Mittelwert von 50 Verkosten); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Bei der 2. Verkostung (am 16.7.) (Grafik 39) wurden ähnliche Bewertungen vergeben wie in der 1. Verkostung. Die Früchte der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung erhielten tendenziell höhere Werte, die Unterschiede waren aber nicht signifikant.

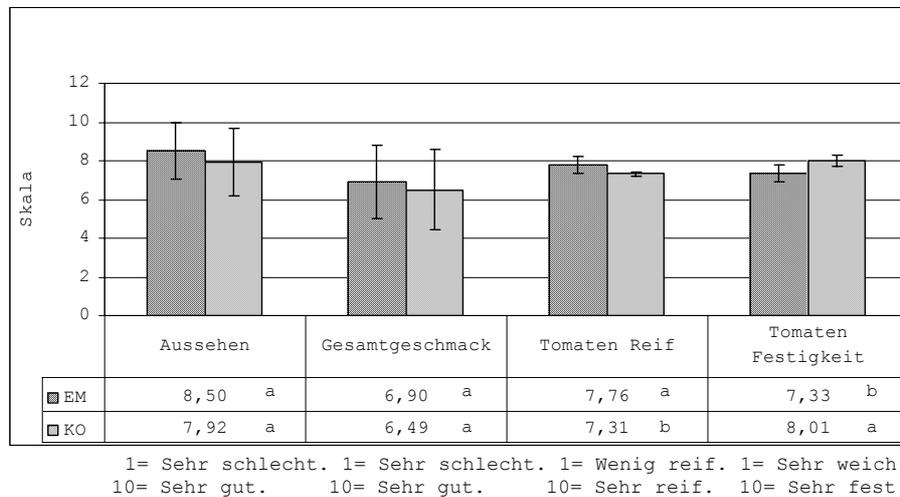


Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 39: Mittelwert der 2. Verkostung von frischen Früchten am 16.7. 2007 (von 50 Verkosten); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

Wurden beide Termine zusammen ausgewertet, so zeigen sich im Aussehen und Geschmack keine signifikanten Unterschiede zwischen den mit kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandelten Früchten und denen der Kontrolle, während die Früchte der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung reifer beurteilt

wurden als die der Kontrolle. Die Festigkeit dagegen wurde bei den Kontrollfrüchten signifikant höher als bei den Früchten der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung bewertet (Grafik 40).



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EM-Gesteinsmehl-Behandlung; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 40: Gesamt Mittelwert der Verkostung von frischen Früchten am 3.7. und 16.7. 2007 (von 100 Verkosten); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

7.3.6 ERGEBNISSE VON BIOPHOTONEN

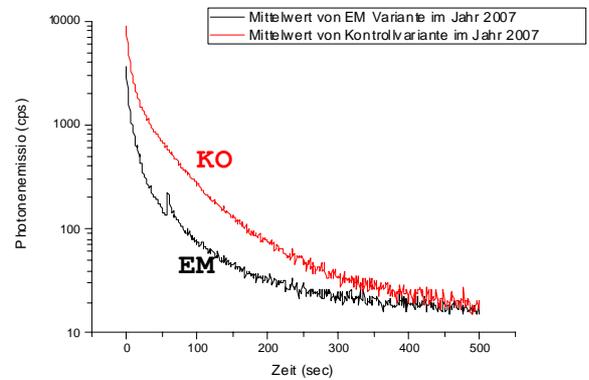
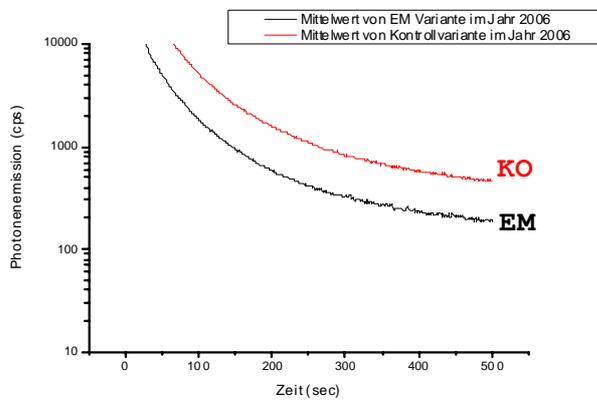
Grafik 41 zeigt deutliche Unterschiede in der Photonenemission zwischen den behandelten und den unbehandelten Früchten und Blättern. Die Biophotonen-Analyse zeigte bei den mit EM behandelten Tomaten einen höheren inneren Ordnungszustand im Vergleich zur Kontrolle, die einen geringeren Speicherwert d.h. eine höhere Emission hatte (Grafik 41 und Grafik 42). Durch Verrechnung beider Varianten (kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle) mittels ANOVA ($P < 0,05$) (Tabelle 10) ergibt sich ein signifikanter Unterschied in den Photonenemissionswerten. Die Kontrollvariante hatte im Jahr 2006 eine signifikant höhere Photonenemission in den Früchten und Blättern als die kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung. Ein signifikanten Unterschied war im Jahr 2007 nur bei den Früchten zu sehen (Grafik 41 und Grafik 42). Wenn die Biophotonen langsam abgegeben werden, heißt das, die Pflanze hat mehr Kraft und Vitalität.

Die Werte für die Biophotonen sind nur innerhalb desselben Jahres vergleichbar.

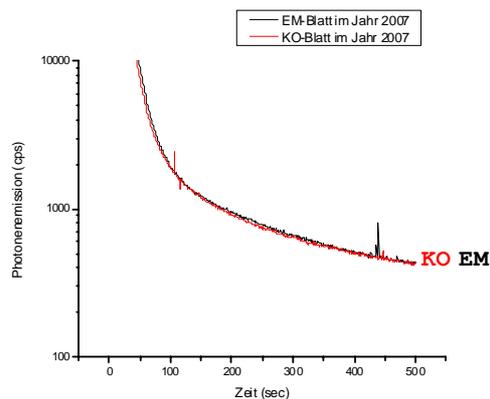
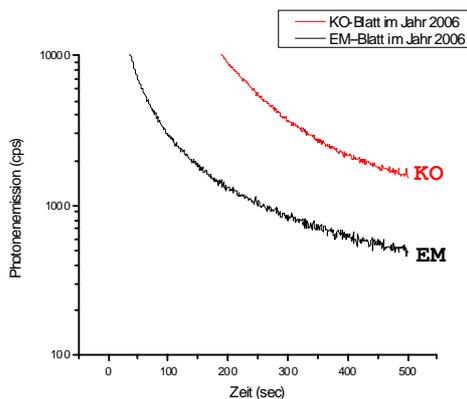
Tabelle 10: PHOTONENEMISSIONSWERTEN (ANOVA)

One-Way ANOVA
Means Comparison using Tukey Test

Dataset	Mean	Difference between Means	Simultaneous Confidence Intervals Lower Limit	Upper Limit	Significant at 0,05 Level
EM_2006	2103,52				
KO_2006	7139,53	-5036,01	-6792,06	-3279,97	Yes
EM_2007	97,07				
KO_2007	292,23	-195,17	-269,22	-121,11	Yes
EM_BLA TT_2006	3511,57				
KO_BLA TT_2006	39191,91	35680,34	26383,76	44976,91	Yes
EM_BLA TT_2007	14754,65				
KO_BLA TT_2007	11731,24	3023,41	-5327,06	11373,88	No



Grafik 41: Photonenemission von Früchten Original Analyse (Skalatype: Log¹⁰); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle



Grafik 42: Photonenemission von Blättern Original Analyse (Skalatype: Log₁₀); Vergleich von EM-Gesteinsmehl-Behandlung und Kontrolle

7.4 DISKUSSION

Die Qualitätssortierung der in den EM-Gesteinsmehl-Parzellen geernteten Früchte brachte einen signifikant höheren Anteil an Früchten der Klasse Extra im Jahr 2006 im Vergleich zur Kontrolle. In der Anbausaison 2007 gab es in beiden Varianten nur die Klasse Extra, was mit der verwendeten Sorte zusammenhängt.

Gleich nach der Ernte wurden bei der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höhere Werte bei der Trockensubstanz, beim Brixgehalt (2006) und beim Widerstand (2007) gemessen. Gleich nach der Ernte und auch nach Lagerung wiesen die Früchte von mit kombinierte EM-Gesteinsmehl-behandeln Pflanzen einen signifikant höheren P-Wert im Jahr 2006 auf. Im Jahr 2007 zeigte der P-Wert zur Ernte keinen signifikanten Unterschied.

Die signifikanten hohen Widerstandswerte der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Früchte bedeuten, dass die EM-Gesteinsmehl-Früchte gesund waren. Nach WOLF (1997) haben Lebensmittel, welche die höchsten Widerstandswerte haben, den höchsten Vitalzustand. Trotz der höher P-Wert in kombinierte EM-Gesteinsmehl im Jahr 2006, liegen die Tomaten Früchte der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandelte Variante in gesunden Bereich da, der pH-Wert Normal ist (Grafik 33).

Das Ergebnis der Trockensubstanz bedeutet, dass die Früchte der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung mehr Mineralstoffe (Asche) sowie organische Verbindungen und mehr Gerüst- und Reservestoffe im pflanzlichen Gewebe hatten.

Im Lagerversuch (20 Tage bei 12 °C) zeigten die Früchte der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung geringere Ausfälle als in der Kontrolle, allerdings gab es keinen statistischen Unterschied.

Das Ergebnis der Chlorophyllmessungen zeigte, dass bei der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung mehr Zucker und Stärke aufgebaut und mehr Sauerstoff für die Atmung produziert wurde. Diese Ergebnisse bestätigen jene von XU et al. (2000) über die Wirkung der organischen Düngung und beimpften Mikroben (EM) auf die Photosynthese der Blätter sowie den Ertrag und die Qualität der Tomatenfrüchte gegenüber der organischen Düngung (ohne EM).

Die Messung der Biophotonenanalyse ergab bessere Qualitätsmerkmale für die kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandelten Tomaten, das heißt sie konnten das eingestrahlte Licht besser absorbieren. POPP (1999) belegte dies noch durch die Analyse weiterer Kriterien, etwa der Abweichung der Abfallkurven von der hyperbolischen Funktion, die das Abklingen von gekoppelten harmonischen Oszillatoren (Modelle für kohärent schwingende Polymere) nach Lichtanregung beschreibt. Die Auswertung (ANOVA, $P < 5 \%$) ergab einen

signifikanten Unterschied der Photolumineszenz zwischen der kombinierten EM-Gesteinsmehl und der Kontrollvariante außer bei den Blättern im Jahr 2007 (Grafik 41 und Grafik 42). Die hyperbolischen Krümmungen zeigen, dass die Zahl der Biophotonen in der Kontrollvariante höher ist, was einer hohen Stressbelastung und einem Qualitätsverlust entspricht (RUTH et al. 1976). Nach HOFFMANN (1997) belegen viele Untersuchungen, dass Qualitätsstufen bei Lebensmitteln auch mit einer starken Lichtspeicherfähigkeit korrelieren. Nach den Forschungsarbeiten der Technischen Universität Wien in Kooperation mit dem „Ludwig-Boltzmann-Institut“ für Biologischen Landbau in Wien und Atominstitut der Österreichischen Universitäten (LENSZEWEGER 2001) zeigte die Messung der spontanen Biophotonenemission in Winterweizen einen signifikanten Unterschied der Photolumineszenz zwischen biologischen und konventionellen Proben.

9 EXKURS: WURZELWACHSTUM VERSCHIEDENER PFLANZEN UNTER ANWENDUNG VON EMa[®] IM KEIMAPPARAT

9.1 EINLEITUNG

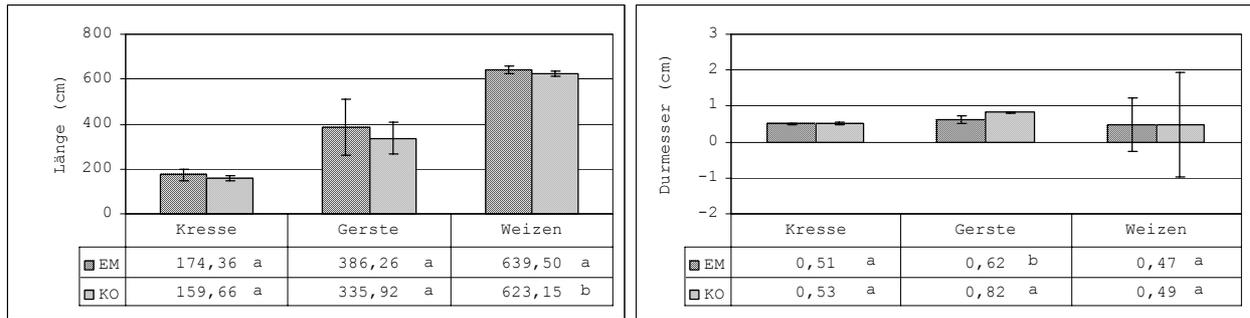
Um den Einfluss von Effektiven Mikroorganismen auf das Wachstum von ausgewählten Gemüsekulturen in Keimapparaten zu testen, wurden ausgewählte Parameter des Wachstums untersucht. Der Focus wurde auf die Bestimmung der Länge und des Durchmessers der Wurzeln gelegt. Das Ort der praktischen Erhebungen war das Labor des Instituts für Garten-, Obst- und Weinbau.

9.2 METHODE

Um die Länge und den Durchmesser der Wurzeln zu messen, wurden 3 Pflanzenarten in durchsichtigen Behältern verwendet: Kresse (*Lepidium Sativum*), Weizen (*Triticum aestivum*, L) und Gerste (*Hordeum vulgare*). Dieser Versuch erfolgte im November 2007 während 3 Wochen mit 40 Samen je Pflanzenart in 5 Keimapparaten (insgesamt 200 Samen je Variante) von jeweils „EM- und Kontrollvariante“ bei 20 °C Raumtemperatur. EMa[®] wurde in einem Mischverhältnis von 1:1000 (5 ml: 1l Wasser) in die Keimapparate eingegeben und täglich die Samen wurden gesprüht. Um die Analyse zu vereinfachen, wurden die Wurzeln gereinigt, in eine Alkohollösung (30% Ethanol) getränkt und im Kühlschrank für die nächste Analyse bei 4 °C gelagert (BOHM 1979). Nach der Auswaschung und Trocknung des Alkohols, wurden die Wurzeln verdünnt (1:25 mit destilliertem Wasser) und bei 40 °C in einer Lösung von blauem Methylen für 10 Minuten erhitzt. Danach wurden sie gescannt und dank des ROOTEDGE Programms eines mit DOS funktionierendem Computers wurden die beiden Parameter (Länge und Durchmesser) gemessen. Nachdem die Wurzeln gescannt wurden, wurden die Ergebnisse von 2 Parametern der 3 Pflanzenarten verglichen. Die Statistik Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Version 15,0.

9.3 ERGEBNISSE DES WURZELWACHSTUMS VERSCHIEDENER PFLANZEN UNTER ANWENDUNG VON EMa[®] IM KEIMAPPARAT

Die mit EMa[®] behandelte Variante zeigte bei allen 3 Pflanzenarten insgesamt längere Wurzeln, bei Weizen war der Unterschied signifikant. Der Wurzeldurchmesser war in der Kontrolle höher, was aber nur bei Gerste signifikant war (0,82 vs. 0,62 mm) (Grafik 43)



Signifikante Unterschiede zu einem Termin ($P < 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet; EM: EMa[®]; KO: Kontrollvariante; Die Balken im Diagramm geben die zweifache Standardabweichung an.

Grafik 43: Ergebnisse der Wurzelmessungen; Vergleich von EMa[®] und Kontrolle

9.4 DISKUSSION

In dem Keimversuch mit 3 verschiedenen Pflanzenarten (21 Tage) zeigte die Zugabe von EMa[®] in Wasser nur bei Weizen eine signifikante Erhöhung von Wurzellänge. Das Wachstum in der Länge erklärt die Kapazität einer Pflanze, so weit wie möglich das Wasser und die für seine Entwicklung notwendigen Ionen aus dem Substrat zu ziehen. MENGEL et al. (1985) fanden hochsignifikante Beziehungen zwischen der K-Aufnahme von Rotklee sowie Wildegas und deren Wurzellänge. Das bestätigen XU et al. (2000) in einer Studie über Wurzelwachstum mit Mais unter Verwendung von EM-Bokashi. Sie fanden heraus, dass unbehandelte Maispflanzen längere Wurzeln und größeres ein Wurzelvolumen als EM behandelte Maispflanzen hatten. Folglich war die photosynthetische Rate im Boden unter Wasser dramatisch defizitär durch die höhere Atmung bei den Maispflanzen ohne EM. Eine höhere Wurzelmasse führt zu höherer Atmungsaktivität um dem Boden Nährstoffe und Wasser zu entziehen.

Es wird daher vermutet, dass bei der EMa[®] behandelter Variante die Nährstoff- und Wasseraufnahmefähigkeit (d.h. pro cm Wurzellänge oder cm² Wurzeloberfläche) erhöht werden konnte, so dass die Pflanzen weniger Wurzeln bilden müssten, um die gleiche Nährstoff bzw. Wasserversorgung zu erreichen. Eine ähnliche Wirkungsweise ist für Mykorrhiza bekannt. Mykorrhiza bewirken z.B. zweierlei: eine Oberflächenvergrößerung der Wurzel (die Pilzhyphen sind so etwas wie verlängerte Feinwurzeln, die den Boden besser aufschließen). Sie erhöhen aber auch biochemisch die Nährstoffverfügbarkeit aus dem Boden, v.a. bei Phosphor. MENGEL (1991) schreibt, dass einige Pflanzenarten mit geringer Wurzeloberfläche von Mykorrhiza profitieren (z.B. Kaffeebaum, Teebaum, Kakaobaum, Ölpalmebaum und Papayabaum). Diese könnte auch für EMa[®] der Fall sein.

DISKUSSION

Die Tomatenpflanzen wurden zwei unterschiedlichen Behandlungen unterzogen. Das Gießwasser der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung wurde mit EMA[®] versetzt, während die Kontrollvariante mit Leitungswasser gegossen wurde und Spritzungen mit Wasser. Als Substrat wurde in der Kontrollvariante Pflanzenerde mit der Handelsbezeichnung EDAPHOS[®] e-Mix (Edaphos 2 + Mest-Best 3) verwendet. Für die kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung wurde zu dieser mit EMA[®] fermentierte Weizenkleie (EM-Bokashi) zugesetzt. Im zweiten Versuchsjahr (2007), wurde dem Kontrollsubstrat die entsprechende Menge an Weizenkleie (ohne EMA[®] kompostiert) beigemischt, um die beiden Varianten noch besser vergleichbar zu machen. In der EM-Gesteinsmehl-Behandlung erfolgte Spritzung mit dem kombinierten EM-Gesteinsmehl. Die beobachteten Effekte auf Fruchterträge sowie bodenmikrobielle Biomasse und Stickstoffpool waren also im Jahr 2007 auf EM kombiniert mit Gesteinsmehl zurückzuführen. Dies wurde nicht nur durch die Messung der mikrobiellen Biomasse (C_{mik} und N_{mik}) belegt, sondern konnte auch durch die höhere C- und N-Mineralisierung im Jahr 2007 bestätigt werden. Auf Ertrag und Qualität hatte der geringere Gehalt an verfügbaren Nährstoffen jedenfalls keine negativen Auswirkungen. Im Gegenteil, die in der Kontrolle anfänglich enorm hohen N_{min} -Gehalte könnten sogar mitverantwortlich für die schlechtere Pflanzengesundheit in dieser Variante gewesen sein.

Insgesamt zeigte sich ein positiver Effekt durch die kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung auf bestimmte Parameter der Tomatenproduktion. In der Kontrollvariante ging die Saat später auf, die Pflanzen zeigten signifikant niedrigere Gehalte an Chlorophyll, die Erträge waren niedriger und die Anfälligkeit für verschiedene Krankheiten war höher. Das konnte mit der niedrigeren Konzentration an Nährstoffen (Gesetz von LIEBIG) und mikrobieller Biomasse im Kontrollsubstrat in Zusammenhang stehen. Die behandelten Tomatenpflanzen (kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung) waren weniger befallen von Blütenendfäule (3 % im Vergleich zu 31 % in der Kontrolle), hatten mehr Chlorophyll und produzierten mehr gesunde Früchte mit einem signifikant höheren mittleren Fruchtgewicht im Vergleich zur Kontrolle. Der geringere Befall mit Blütenendfäule in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung könnte auf die Anwendung von Gesteinsmehl zurückzuführen sein. In der Tat weiß man, dass Gesteinsmehle aus vulkanischem Gestein hergestellt werden. Sie enthalten viele Mineralstoffe und Spurenelemente, z.B. Bor, Chrom, Jod, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän, Nickel, Zink und Eisen. Der Gehalt an Aluminiumoxid spielt eine wichtige Rolle bei der Humusbildung, was die Regenwürmer zu schätzen wissen. Der meist hohe Siliziumgehalt hilft gegen Pilzkrankheiten und beim Stäuben auch gegen Schädlinge (Insekten) (MENGEL 1991).

Die Spritzungen haben also möglicherweise dazu beigetragen, dass Pilze (*Alternaria*, *Botrytis*, *Venturia*) und physiologische Schäden (Blütenendfäule) in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung gegenüber der Kontrolle weniger aufgetreten sind. Der höhere Fe-Gehalt ist vermutlich durch das Gesteinsmehl verursacht, das in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung appliziert wurde.

Die Studie von TRATCH et al. (1997) zeigte, dass bei EM-Gesteinsmehl-Behandlung im Substrat das Wachstum der meisten getesteten Krankheitserreger (*Rhizoctonia solanii*, *Fusarium oxysporium*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani*,...) gehemmt war. Die höhere Widerstandsfähigkeit der behandelten Pflanzen konnte aus der Anwesenheit von antagonistischen Mikroorganismen gegenüber Krankheitserregern resultieren. In diesem Fall werden die antagonistischen Mikroorganismen den Platz der infektiösen Mikroben einnehmen, welche keine negativen Auswirkungen auf die Pflanze haben oder die Antibiotika produzieren, die andere Krankheitserreger zerstören. MENGEL (1991) und DEDLAN (1999) berichteten, dass reichlich mit N versorgte Pflanzen vielfach auch eine verminderte Resistenz gegenüber bakteriellen und pilzlichen Schädlingen zeigen, was in der Kontrollvariante beobachtet wurde.

Die Ergebnisse über den Fruchtertrag im Rahmen einer Vergleichsstudie von XU et al. (2000) bestätigen die positiven Beobachtungen von EM behandelten Pflanzen. Der Birnenertrag war größer bei EM- als bei einem Substrat auf der Basis von Chemikalien. Der Ernteertrag und die photosynthetische Kapazität waren bei den mit EM behandelten Birnen höher als bei den chemisch behandelten (62% bzw. 33%). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der höhere Ertrag von den mit EM behandelten Birnbäumen, verglichen mit den chemisch behandelten Birnbäumen auf eine höhere photosynthetische Kapazität und ein höheres Wasserbindungsvermögen zurückzuführen sind. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit denen bei Tomaten aus dieser Studie. In der Tat ist die Leistung der vermarktbar Fruchte in der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höher als in der Kontrolle. Auch hier waren die Chlorophyllwerte in den kombinierter EM-Gesteinsmehl-Behandlung Tomatenpflanzen im Gegensatz zur Kontrolle signifikant höher.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Produktivität den Ersatz von durch kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung im Substrat gesteigert wird. Diese Angaben sind schwer mit denen von anderen Autoren zu vergleichen, da die Studien nie mit Mischungen von kombinierter EM-Gesteinsmehl-Behandlung durchgeführt wurden (XU et al. 1986). Positive Erfahrungen mit EM-Mischungen wurden auch in folgenden Studien, die im ökologische Landbau angesiedelt sind, gemacht (KHALIQ et al.

2006). Sie haben ein Feldexperiment durchgeführt, um die Auswirkungen des integrierten Einsatzes von organischen und anorganischen Nährstoffquellen mit Effektiven Mikroorganismen auf Wachstum und Ertrag von Baumwolle festzustellen, und fanden heraus, dass die Anwendung von EM die Effizienz der beiden organischen und mineralischen Nährstoffquellen erhöht.

Hinsichtlich der Qualität erschienen erhebliche Unterschiede für einige Parameter zwischen der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung und der Kontrollvariante (Kapitel 7). Die Qualitätssortierung der in den kombinierten EM-Gesteinsmehl-Parzellen geernteten Früchte brachte 2006 einen signifikant höheren Anteil an Früchten der Klasse Extra im Vergleich zur Kontrolle. Gleich nach der Ernte wurden bei der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung signifikant höhere Werte bei der Trockensubstanz, bei Brix (2006) und beim Widerstand (2007) gemessen. Die Ergebnisse über die Tomatenfruchtqualität im Rahmen einer Vergleichsstudie von XU et al. (2000) bestätigen die positiven Beobachtungen von EM behandelten Tomatenfrüchten. Sie haben die Wirkung der organischen Düngung und beimpften Mikroben (EM) auf die Photosynthese der Blätter sowie den Ertrag und die Qualität der Tomatenfrüchte gegenüber der organischen Düngung (ohne EM) untersucht. Sie fanden heraus, dass die Zuckerkonzentrationen und organische Säuren in den behandelten Tomatenfrüchten mit EM-Bokashi höher als in den Früchten der anderen Behandlungen waren. Es wurde der Schluss gezogen, dass die Tomatenfruchtqualität und der Ertrag deutlich gesteigert werden könnte, indem organische Düngemittel mit EM inokuliert wurden und die Anwendung direkt auf dem Boden erfolgte. Das Ergebnis der Chlorophyllwerte aus diesem Tomatenversuch zeigte, dass bei der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung mehr Zucker und Stärke aufgebaut und mehr Sauerstoff für die Atmung produziert wurde. Diese Ergebnisse bestätigen die Beobachtungen, die in mehreren Studien über die EM (KHALIQ et al. 2006) gemacht wurden. Sie fanden heraus, dass die Anwendung der EM die Qualität der Früchte erhöht. Die Messung der Biophotonenanalyse ergab bessere Qualitätsmerkmale für die kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung. Dagegen gibt es derzeit keine Studien, die die Biophotonen als Kriterium für die biologische Qualität auf der Basis der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen jedoch einen positiven Einfluss der kombinierten EM-Gesteinsmehl-Behandlung auf Qualität der Früchte im Vergleich zur Kontrollvariante.

Verschiedene Studien belegen die positiven Wirkungen von EM-Mischungen im Vergleich zur Kontrolle. Die Ergebnisse der Nährstoffanalyse des Substrats und der Blätter bestätigen Beobachtungen von JAVAID 2006, wo die Anwendung einer EM-Mischung auf die Pflanzenblätter in Kombination mit dem geeigneten Boden eine Ertragssteigerung bewirkt. JAVAID 2006

behauptet, dass die Erbsen, wo die Blätter mit der EM-Mischung behandelt wurden, eine bessere Nodulation und einen höheren Ertrag erzielt hatten.

DALY et al. (1999) führten einen Versuch über den Einfluss von EM auf die Kohlenstoffmineralisierung von Tomatenpflanzen durch und fanden, dass durch die Verwendung von EM die C-Mineralisierung stimuliert wurde, und dass EM Behandelte Tomatenfrüchte 38 % mehr Sauerstoff als die Kontrollpflanzen aufwiesen und die Atmung der Pflanzen deutlich höher war.

Diese verschiedenen Beobachtungen im Labor und Gewächshaus deuten darauf hin, dass eine kombinierte EM-Gesteinsmehl-Behandlung einen Einfluss auf die Kraft der Pflanzen, auf die Qualität der Früchte sowie auf das Substrat hat. Diese Ergebnisse im Zusammenhang mit denen von KHALIQ et al. (2006), XU et al. (2000), DALY et al. (1999) zeigen, dass die Anwendung einer EM-Mischung eine hohe Kapazität zur Verbesserung der Pflanzenproduktion hat. PRIYADI et al. (2005) dagegen stellten fest, dass die Anwendung der EM allein wirkungslos und der Effekt unklar ist. FORMOWITZ et al. 2007 stellten einen höheren K-Gehalt der Blätter, aber kein Ertragszuwachs fest.

Zwischen den beiden Aufstellungsvarianten konnten bei den meisten Parametern keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. BLOKSMA (1995) beobachtete bei Apfelbäumen in der kreisförmigen Aufstellung eine stärkere generative Entwicklung und eine größere Vitalität als in der Reihe.

Das aus Japan stammende Präparat „Effektive Mikroorganismen“ (EM) enthält ausgewählte Arten von Mikroorganismen, im Besonderen Populationen von Milchsäurebakterien (*Lactobacillus*), Hefen (*Saccaromyces*), photosynthetische Bakterien (*Rhodpseudomonas*), Aktinomyceten (*Streptomyces*), Pilzen (*Aspergillus*) (XU 2000). Alle diese Mischbakterien in EM wurden erforscht um bei den Kulturpflanzen hohe Erträge und Qualitäten der Feldfrüchte zu erzielen, und die Umwelt zu optimieren. SCHLEGEL (1985) berichtete, dass die Milchsäurebakterien das organische Material fermentieren und organische Säuren produzieren, die das Wachstum von pathogenen Keimen hemmen. Die Milchsäurebakterien erniedrigen den pH auf Werte unterhalb von 5 und unterdrücken dadurch das Wachstum anderer anaerober Bakterien, die bei diesem pH nicht zu wachsen vermögen. Den größten Teil der leicht löslichen organischen N-Verbindungen in der Pflanze stellen die Aminosäure dar. Die photosynthetischen Bakterien ermöglichen die wichtigsten biologischen Prozesse, indem sie helfen, das Gleichgewicht mit anderen nützlichen Mikroorganismen aufrechtzuerhalten.

Die positiven Ergebnisse des eingesetzten Pflanzenstärkungsmittel EM, kombiniert mit Gesteinsmehl, bei Tomaten im geschützten Anbau zeigen mögliche Anwendungsgebiete auf. Weitere Untersuchungen wären allerdings erforderlich, um genauer festzustellen, was dabei wie wirkt (z.B. EMa[®] nur über den Boden, EM-Bokashi alleine, Spritzungen von Gesteinsmehl alleine...), sowie um Mengendosierungen und optimale Applikationen im geschützten Anbau im Freien, (im Bereich der Wurzeln) zu untersuchen und dadurch die Anwendung zu optimieren.

LITERATURVERZEICHNIS

- Albrecht, S.** (1995): Ökologie transgener Nutzpflanzen. Campus Verlag.
- Alylesworth, T.G.** (1979): Die Welt der Mikroben. Österreichischer Bundesverlag. Wien. Verlag J. F. Schreiber. Esslingen. 89-101
- Anonym.** (1979): Handbuch für Keimlingsbeurteilung. Internationale Vereinigung für die Prüfung von Saatgut, Zürich.
- Anonym.** (1993): Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut. Seed Science and Technology 21, Ergänzungsband Vorschriften.
- Atherton, J.G., Rudith, J.** (1986): The tomato crop. A scientific basis for improvement. Chapman and Hall Ltd. 11 New fetter Lane, London EC4P 4EE.661-309.
- Austroaat** (2006): Katalog. Austroaat, Wien. 10
- Bazynski, T., Warcholowa, M., Krupa, Z., Tukendorf, A., Krol, M., Wolinska, D.** (1980): The effect of magnesium deficiency on photochemical activities of rape and buchwheat cloroplasts. Z. Pflanzenphyiol. 99: 295-303.
- Bedlan, G.** (1999): Gemüsekrankheiten. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg. 190-211
- Benton Jones, Jr. J.** (1999): Tomato Plant Culture: In the Field, Greenhouse, and Home Garden. CRC Press Boca Raton London - News - York; New York-Washington, DC. 43.
- Blanchard, D.** (1991): Maladies de la Tomate. Observer, Identifier, Lutter. Les presses de Centre Impression, Limoges. Juin. 29-160
- Bloksma, J.** (1995): Research on the effect of 'informative' treatments on trees: potential gold, biodynamic field preparations and human fond attention. Summary in English, Louis Bolk Instituut. Votrag Obstbau Tagung, Dornach, 1-11
- Bould, C., Tsai-Fua Chiu.** (1976): Mobility of calcium in fruit plants. In: A Coteni: 4 Intern. Colloq. On the control of plant nutrition, Vol. I, S. 104-107, Gent.
- Böhm, W.** (1979): Methods of Studying Root Systems. Springer, Berlin. P 188.
- Breuer, H.** (1992): dtv Atlas zur Chemie, Band 1 & 2, 6. Auflage. dtv Verlag.
- Brookes, P. C., Pruden, G., Jenkison, D.S.** (1985): Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial nitrogen in soil. Soil Biol. Biochem. 17, 837-842.
- Causse, M.** (2000): Le contrôle génétique de la qualité organoleptique de la tomate. In la Qualité de la tomate. Coll. Hortipratic., 75-95.
- Causse, M., Buret M., Robini K., Verschauve P.** (2003): Inheritance of nutritional and sensory quality traits in fresh market tomato and relation to consumer preferences. J Food Sci 68 (7), 2342- 2350.
- Daly, M.J. and Stewart, D.P.C.** (1999): Influence of "Effective Microorganisms" (EM) on vegetable production and carbon mineralization- A preliminary investigation. Journal of Sustainable Agriculture 14, 15-25.

- De Brito, A.M.A, Gagné, S., Antoun, H. (1995):** Effect of compost on rhizosphere microflora of the tomato and on the incidence of plant growth-promoting rhizobacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 194-199.
- Diehl, R.(1975):** *Agriculture Générale.* J.B. Baillièrè éd., 396p.
- Drews, G.(1983):** *Mikrobiologisches Praktikum.* Springer- Verlag, Berlin Heidelberg News York. 254.
- Formowitz, B., Elango, F., Okumoto, S., Müller, T., Buerkert, A. (2007):** The role of „effective microorganisms“in the composting of banana (*Musa sp.*) residues. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde.* Weinheim. 639-656.
- Geissler T.(1991):** *Gemüseproduktion unter Glas und Plasten.* Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin. 143-147.
- Geissler, T.(1976):** *Gemüseproduktion unter Glas und Plasten.* VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- Goor, B. J. Van (1968):** The role of calcium and cell permeability in the disease blossom-end rot of tomatoes. *Physiol. Plant* 21: 1110-1121.
- Heller, R. (1977):** *Nutrition. Abrégé de physiologie végétale.* Tome 1. Ed. Masson et Cie. Paris, 244p.
- Higa, T., Parr, J.F. (1994):** *Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment.* INFRC (International Nature Farming Research Center, Atami, Japan).
- Higa, T.(2000):** *Eine Revolution zur Rettung der Erde: mit Effektiven Mikroorganismen(EM) die Probleme unserer Welt lösen.* 3. Aufl.- Xanten: OLV Organischer Landbau- Verlag. 8-9. 2000
- Higa, T.(2002):** *Eine Revolution zur Rettung der Erde: 4. Aufl.- Xanten: OLV Organischer Landbau- Verlag.*
- Hoffmann, M.(1988):** *Elektronische Merkmale zur Differenzierung von Lebensmitteln.* In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann[Hrsg.]: *Lebensmittelqualität- ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative. Konzept66,* Verlag C.F. Müller, Karlsruhe. 67 -86.
- Hoffmann, M.(1991):** *Elektro-chemische Merkmale zur Differenzierung von Lebensmitteln in: Meier- Ploeger, A. Vogtmann H. [Hrsg] Alternative Konzepte Nr. 66, Lebensmittelqualität-ganzheitliche Methoden und Konzepte, 2. Auflage, C.F. Müller Verlag, Karlsruhe. 1991*
- Hoffmann, M.(1997):** *Vom pH-Wert zum Physiogramm.* In: Hoffmann[Hrsg.]: *Vom Lebendigen in Lebensmitteln. Alternative Konzepte 92,* Deukalion Verlag, Holm. 62 - 69.
- Hoffmann, G.M. und Schmutterer, H.(1983):** *Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.* Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart.
- Hoffmann, M.(1997):** *Lebensmittelqualität. Neue Erkenntnisse zu aktuellen Fragen.* 3. Auflage, Deukalion Verlag, Holm. 43-45.
- Hutchings, J. (1994):** *Food and Colour and Appearance,* Blackie Academic & professional.
- Jeannequin, B. et al. (2005):** *Fruits et légumes : caractéristiques et principaux enjeux.* INRA, Paris.31-43.

- Jäggi, W.** (1976) Die Bestimmung der CO₂-Bildung als Maß der bodenbiologischen Aktivität. Schweizerische landwirtschaftliche Forschung 15, 371-380.
- Javaid, A.** (2006): Foliar application of effective microorganisms on pea as an alternative fertilizer. Agronomy for Sustainable Development 26, 257-262
- Jones J. B. et al** (1991): Compendium of Tomato Diseases. APS Press The American Phytopathological Society. 34, 63.
- Khaliq, A., Abbasi, M.K. and Hussain, T.** (2006): Effects of intergrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. Bioresource Technology 97, 967-972
- Kandeler, E.**(1993): Bestimmung der N-Mineralisation im anaeroben Brutversuch. In: F. Schninner, R. Öhlinger, E. Kandeler, and R. Margesin (Hrsg): Bodenbiologische Arbeitsmethoden. 2. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 160-161.
- Klima, H., Popp, F.**(1981): Messung der relativen biologischen Wirksamkeit von Strahlenquellen mit Hilfe der ultraschwachen Photonenemission, Med. Physik L1 753
- Klima, H., Haas, O., Roschger, P.**(1987): Photon emission from blood cells and its possible role in immune system regulation, in "Photon Emission From Biological Systems" (Ed. B. Jezowska, B.Kochel, J.Slawinski, W.Strek) World Scientific Publishing, Singapore, p. 152-169
- Krug, H.**(1991): Gemüseproduktion. Ein Lehr- und Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Berlin; Hamburg: Parey. 433-434.
- Krug, H., Liebig, H.P., Stützel, H.**(2002): Gemüseproduktion. Ein Lehr- und Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Stuttgart (Hohenheim): Eugen Ulmer. 109-116.
- Kyan, T., Shintani, M., Kanda, S., Sakurai, M., Ohashi, H., Fujisawa, A., Pongdit, S.** (1999): Kyusei Nature Farming and the Technology of Effective Microorganisms, Guidelines for practical use. Ed. Sangakkara R, APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network, Bangkok, Thailand), INFRC (International Nature Farming Research Center, Atami, Japan).
- Langlais, C. et al.** (2000): Guide da la culture sous abri en zone tropicale humide. 11-12. Cirad, Montpellier, France. Juillet 2000
- Lenzenweger, M.** (2001): Kooperation mit L.B.-Institut für Biol. Landbau & Atominstitut der TU Wien. Universität Wien, Diplomarbeit.
- Lappé, M. und Bailey, B.** (2000): Macht Kampf Biotechnologie: Wem gehören unsere Lebensmittel? Gering Akademie Verlag.
- Lesaint, C. et Coic, Y.** (1983): Cultures hydroponiques. La maison Rustique, 119 p.
- Mappes, F.** (1964): Gemüsebau. Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH, München.
- Mau, F.P** (2002): EM Fantastische Erfolge mit Effektiven Mikroorganismen in Haus und Garden, für Pflanzenwachstum und Gesundheit- Anwenderbuch. Wilhelm Goldmann Verlag, München.
- Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., Oberholzer, H.-R.**(2007): Wirkung von, Effektiven Mikroorganismen EM' auf pflanzliche und bodenmikrobiologische Parameter im Feldversuch. Zwischen Tradition und

Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstatung Ökologischer Landbau. Universität Hohenheim 2007, Band 1. Seite 41-44.

Meier-Ploeger, A., Vogtmann, H. (1991): Lebensmittel-Qualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. 2. Aufl. Verlag C.F. Müller, Karlsruhe.

Mengel, K. (1991): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 7. überarbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena.

Mengel, K., Steffens, D. (1985): Potassium uptake of rye-grass (*lolium perenne*) and red clover (*Trifolium pratense*) as related to root parameters. Biol. Fert. Soil 1: 53-58.

Metzner, H. (1981): Pflanzen Physiologische Versuche. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart- New York. 220- 221.

Morard, P. (1995): Les cultures végétales hors - sol. SARL Publications Agricole, 301p.

Müller, H. und Preising, F. (1971): Unterglasgemüsebau. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.

Marzban G., Herndl A., Maghuly F., Katinger H. and Laimer M. (2008): Mapping of fruit allergens by two dimensional electrophoresis and immunodetection. Proteomics. accepted. Departement für Biotechnologie; Institut für angewandte Mikrobiologie, Einheit der Pflanzenbiotechnologie. Universität für Bodenkultur Wien.

Oehmichen, J. (1983): Pflanzenproduktion. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.

Pelzmann, H. (2004): Gemüsebau Praxis, im Freiland und unter Folien. 6. Vollständig Auflage. VBUCH 092-096.

Plakolm, G. und Herrmann, G. (1993): Ökologischer Landbau. 2. Aufl. Wien : Österreichischer Agrarverlag.

Planton, G. (1991): Tomate- Mesure de la fermeté au Durofel 25. Infos Ctifl N° 74, Septembre, pages 17-20

Planton, G. (1992): Fermeté des fruits et légumes - Les nouveaux outils de mesure. Infos Ctifl N° 82, Juin, pages 27-28

Prowald, K. (1994): Gentechnik, Abenteuer Zukunft. Südwest Verlag GmgH & Co.KG, München. 10- 11.

Priyadi, K., Hadi, A., Siagian, T.H., Nisa, C., Azizah, A., Raihani, N., Inubushi, K. (2005): Effect of soil type, applications of chicken manure and effective microorganisms on corn yield and microbial properties of acidic wetland soils in Indonesia. Soil Science and Plant Nutrition 51, 689-691.

Pollok, M. (2002): Obst- & Gemüseanbau. Die praktische Enzyklopädie. (Titel der englischen Originalausgabe; Fruit & Vegetable Gardening). Dorling Kindersley Verlag GmbH, Starnberg. 64, 113.

Pommeresche, H. (2004): Humussphäre, Organischer Landbau Verlag, D- 46500 Xanten.

Popp, F.A., Gu, Q., and Li, K.H. (1994): Biophoton Emission: Experimental Background and Theoretical Approaches. Modern Physics Letters B8, 1269-1296.

- Popp, F. A.** (1984): *Biologie des Lichtes*, Parey Verlag, Berlin, pg. 82 ff
- Popp, F.A.** (1999): *Die Botchaft der Nahrung*. Verlag Zweitausendeins. Frankfurt/Main pg. 79
- Purdue, A.D.** (2000): *Anti GenetiX: The emergence of the anti-GM movement*. Athenaeum Press, Ltd., Gasteshead, Tyne& Wear.
- Ree van, R.** (2002): *Clinical importance of non-specific lipid transfer proteins as food allergens*, *Biochem Soc Trans* 30, 910-913.
- Rinnofner, T., Friedel, J.K.** 2008): *EM-Wirkung auf Versuchsboden*. Universität für Bodenkultur Wien, Departement für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau.
- Roschger, P., Graninger, W., Klima, H.** (1984): *Simultaneous detection of native and luminol-dependent luminescence of stimulated human polymorphonuclear leukocytes*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 123 1047
- Rousselle, P., Buret M.** (2002): *Genetic analysis of fruit quality attributes in fresh market tomato*. *JeExp Bot* 53 (377), 2089-2098.
- Roujon, L.** (1975): *Theorie und Praxis der Bio-Elektronik* Vincent Hrg.: Int.. Gesellschaft für Bio-Elektronik Vincent, Wenden Ottfingen, 2. erw. Aufl., 99ff.
- Rottach, P.** (1984): *Ökologischen Landbau in den Tropen*. *Ecofarming in Theorie und Praxis*. Verlag C.F. Müller Karlsruhe. 7, 37, 95-99.
- Ruth, B. und Popp, F. A.** (1976): *Experimentelle Untersuchungen zur ultraschwachen Photonenemission biologischer Systeme*. *Z.Naturforsch.* 31c, 741-745.
- Seitz, P.** (1974): *Gemüsebau mit Folien*. Eugen Ulmer. 86-89.
- Schilling, G.** (2000): *Pflanzenernährung und Düngung*. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Schlegel, H.** (1985): *Allgemeine Mikrobiologie*. Georg Thieme Verlag. Stuttgart. 1-12
- Tratch, R., Bettiol, W.** (1997): *effect of biofertilizer on micelial growth and spores germination of plant pathogenic fungi*. Cité par ITAB (2001), *Guide des matières organiques*. Tome 1. Deuxième édition 2001.
- Vogel, G.** (1996): *Handbuch des speziellen Gemüsebaues*. 870-873. Stuttgart, Ulmer.
- Vogel, G.** (1986): *Gemüseproduktion unter Glas und Plasten*. *Natürliche und materiell- technische Voraussetzungen*. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin. 52-66.
- Voican, V., Liebig, H.P.** (1991): *Einfluß extremer Temperaturwechsel auf Wachstum und Substanzbildung junger Tomatenpflanzen*. *Gartenbauwissenschaft* 56, 6, 257-262,
- Wolf, G. et al:** *Das Leben als elektrochemischer Prozess*. In: Hoffmann [Hrsg.] (1997): *Vom Lebendigen in Lebensmitteln*, Deukalion.
- Xu, G.W., Cross, D.C.** (1986): *Field evaluations of the interactions among fluorescent pseudomonads, Erwinia cartonora and patato yields*. *Phytopathology*, 76, 423-430.

Xu, H.L. (2000): Effects of a microbial inoculants and organic fertilizers on the growth, photosynthesis and yield of sweet corn. *J. Crop Prod.* 3, 183-214.

Xu, H.L., Wang, R., Mridha, M. (2000): Effects of organic fertilizers and a microbial inoculant on leaf photosynthesis and fruit yield and quality of tomato plants. *J. Crop Prod.* 3, 173-182.

Xu, H.L., Wang, X., Fujita, M. (2000): Effects of organic farming practices on photosynthesis, transpiration and water relations, and their contributions to fruit yied and the incidence of leaf-scorch in pear trees. *Journal of Crop Production* 3, 127-138.

Zuang, H.(1987): Les cultures légumières sur substrat. Installation et conduite CTIFL Paris, 276p.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: TRENNKUNSTSTOFFFOLIE FÜR DIE EM SPRÜHUNGEN.....	19
ABBILDUNG 2: TOMATEN BLÜTENSTADIEN.....	33
ABBILDUNG 3: BONITURSTUFEN ZU GEKRÜMMTEN BLÄTTERN.....	34
ABBILDUNG 4: BLATTLAUSKONTROLLE AM 14. 06.2006.....	35
ABBILDUNG 5: REIFESTADIEN FÜR TOMATENERNTE (AUSTROSAAT 2006).....	38
ABBILDUNG 6: MARKTQUALITÄT DER SORTE CASSIOPEIA (ANBAUSAISON 2006).....	38
ABBILDUNG 7: KEIMUNGSRATE VON JEWEILS 125 SAMEN PRO VARIANTE 14 TAGE NACH DER AUSSAAT AM 11.4.2007; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG (EM) UND KONTROLLE (KO).....	40
ABBILDUNG 8: 77'ER MINITOPFPALETTE MIT DEN TOMATENSÄMLINGEN.....	40
ABBILDUNG 9: VERGLEICH EM (LINKS) BZW. KONTROLLVARIANTE (RECHTS) 31 TAGEN NACH DER AUSSAAT AM 17.05.06; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG (EM) UND KONTROLLE (KO).....	41
ABBILDUNG 10: BLÜTENENDFÄULE (BLOSSOM END ROT) AM 29.06.2006.....	43
ABBILDUNG 11: GEKRÄUSELTE BLÄTTER IN BEIDEN VARIANTEN AM 15. 6. 2006 (LINKS) SOWIE NUR BEI DER KONTROLLVARIANTE AM 7. 6. 2007 (RECHTS).....	44
ABBILDUNG 12: ANTEIL GESUNDER UND VON BLÜTENENDFÄULE BEFALLENER FRÜCHTE IN DER KONTROLLPARZELLE UND IN DER EM PARZELLE AM 18.6. (GRÜNE FRÜCHTE) UND AM 10.7. (ROTE FRÜCHTE) IM JAHR 2007.....	48
ABBILDUNG 13: SICHTBARE NSLPT ALLERGEN.....	48
ABBILDUNG 14: NACHWEIS VON LTP ALLERGEN.....	49
ABBILDUNG 15: LINKS, PRINZIP DER BIOPHOTONEN-MESSANLAGE „PHOTODEC I“ UND RECHTS, BILD DER BIOPHOTONEN-MESSANLAGE „PHOTODEC I“ AM ATOMINSTITUT TU/WIEN.....	63

GRAFIK-VERZEICHNIS

GRAFIK 1: VERSUCHSANORDNUNG IM FOLIEN-TUNNEL ANBAUSAISON: 2006 (LINKS) UND 2007 (RECHT).20	
GRAFIK 2: C-MINERALISIERUNG UND N-MINERALISIERUNG VON SUBSTRAT MIT BOKASHI; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG (EM) UND KONTROLLSUBSTRAT (KO).....	25
GRAFIK 3: MINERALISCHER STICKSTOFF ZU DEN BEPROBUNGSTERMINEN VON SUBSTRAT MIT BOKASHI; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG (EM) UND KONTROLLSUBSTRAT (KO).....	26
GRAFIK 4: GEHALT (IN % UND PPM) AN CHEMISCHEN ELEMENTEN IN DER TROCKENSUBSTANZ GRÜNER TOMATENBLÄTTER AM 1.6.2007; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG (EM) UND KONTROLLE (KO).....	27
GRAFIK 5: GEHALT (IN % UND PPM) AN CHEMISCHEN ELEMENTEN IN DER TROCKENSUBSTANZ GRÜNER TOMATENBLÄTTER AM 2.7.2007; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG (EM) UND KONTROLLE (KO).....	27
GRAFIK 6: GESAMTGEHALT (IN % UND PPM) AN CHEMISCHEN ELEMENTEN IN DER TROCKENSUBSTANZ GRÜNER TOMATENBLÄTTER IN 2007; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG (EM) UND KONTROLLE (KO).....	28
GRAFIK 7: „L*, A*, B*“ SYSTEM ZUR FARBMESSUNG.....	36
GRAFIK 8: KEIMUNGSRATE VON JEWEILS 125 SAMEN PRO VARIANTE AN 21 TAGE NACH DER AUSSAAT (AM 18.4.2006 UND AM 15.4.2007); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	40
GRAFIK 9: ENTWICKLUNGSSTADIEN DER PFLANZEN AB DER ERSTEN BLÜTE AM 28.05.2006, 40 TAGE NACH AUSSAAT; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	42
GRAFIK 10: ENTWICKLUNGSSTADIEN DER PFLANZEN AB DER ERSTEN BLÜTE AM 16.05.2007, 49 TAGE NACH AUSSAAT; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	42
GRAFIK 11: AUSFÄLLE DURCH AUFGETRETENE KRANKHEITEN IN DER ANBAUSAISON 2006 (BONITIERT AN VERSCHIEDENEN ZEITPUNKTEN); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE... 45	
GRAFIK 12: AUSFÄLLE DURCH AUFGETRETENE KRANKHEITEN IN DER ANBAUSAISON 2006 (BONITIERT AN VERSCHIEDENEN ZEITPUNKTEN); VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND ELLIPTISCH... 46	
GRAFIK 13: GEKRÜMMTE BLÄTTER IN DER ANBAUSAISON 2007 (BONITIERT AN VERSCHIEDENEN TERMINEN ZWISCHEN 2.6. UND 10.6.2007); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	46

GRAFIK 14: BEFALL MIT MINIERFLIEGE (<i>LIRIOMYZA SPP</i>) UND CHLOROSE AM 2.7.07; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	47
GRAFIK 15: BLÜTENENDFÄULE UND SCHALENRISS IN % ALLER FRÜCHTE; (ANOVA FÜR P < 5 %); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	47
GRAFIK 16: FARBMESSUNG AM 25. 5. 2006 AN JEWEILS 40 BLÄTTERN; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	49
GRAFIK 17: FARBMESSUNG AM 29. 5. 2007 AN JEWEILS 40 BLÄTTERN; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	50
GRAFIK 18: CHLOROPHYLLMESSUNG (GEMESSEN AM 29.5.2006 UND 21.7.2007, 41 BZW. 164 TAGE NACH DER KEIMUNG); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	50
GRAFIK 19: GESAMTGEWICHT DER GEERTNETEN FRÜCHTE IN G PRO PFLANZE IM JAHR 2006; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	51
GRAFIK 20: GESAMTGEWICHT DER GEERTNETEN FRÜCHTE IN G PRO PFLANZEN IM JAHR 2006; VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND ELLIPTISCH.....	52
GRAFIK 21: MITTLERES STÜCKGEWICHT IN G IN DER ANBAUSAISON 2006 AN DEN EINZELNEN ERNTETERMINEN; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	52
GRAFIK 22: MITTLERES STÜCKGEWICHT FRÜCHTE IN G (IN 2006); VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND ELLIPTISCH.....	53
GRAFIK 23: ANZAHL GEERTETER FRÜCHTE PRO PFLANZE IM JAHR 2006; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	53
GRAFIK 24: ANZAHL GEERTETER FRÜCHTE PRO PFLANZE IM JAHR 2006; VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND ELLIPTISCH	54
GRAFIK 25: GESAMTERTRAG DER GEERTNETEN FRÜCHTE IN G PRO PFLANZEN IM JAHR 2007; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	55
GRAFIK 26: GESAMTGEWICHT DER GEERTNETEN FRÜCHTE IN G PRO PFLANZEN IM JAHR 2007; VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND IN DER ELLIPSE.....	55
GRAFIK 27: MITTLERES STÜCKGEWICHT IN G IN DER ANBAUSAISON 2007 BEI DEN EINZELNEN ERNTETERMINEN; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	56
GRAFIK 28: MITTLERES STÜCKGEWICHT IN G (2007); VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND ELLIPTISCH	56
GRAFIK 29: ANZAHL GEERTETER FRÜCHTE PRO PFLANZE IM JAHR 2007; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	57
GRAFIK 30: ANZAHL GEERTETER FRÜCHTE PRO PFLANZE IM JAHR 2007; VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND ELLIPTISCH	57
GRAFIK 31: FRAGETEXT UND ANTWORTKATEGORIEN.....	69
GRAFIK 32: FRUCHTMESSUNGEN AM TAG DER ERNTE IM JAHR 2006 (MITTELWERT VON 4 TERMINEN: AM 3. 8., 14.8, 21.8, UND 3.9.); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	70
GRAFIK 33: FRUCHTMESSUNGEN AM 20. TAG LAGERUNG IM JAHR 2006 (MITTELWERT VON 4 TERMINEN: AM 24. 8., 5.9, 26.9, UND 24.10.); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	71
GRAFIK 34: FRUCHTMESSUNGEN AM 20. TAG LAGERUNG IM JAHR 2006 (MITTELWERT VON 4 TERMINEN: AM 24. 8., 5.9, 26.9, UND 24.10.); VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND ELLIPTISCH.....	71
GRAFIK 35: FRUCHTMESSUNGEN AM TAG DER ERNTE IM JAHR 2007 (MITTELWERT VON 4 TERMINEN: AM 10.7., 16.7., 30.7., UND 5.8.); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	72
GRAFIK 36: FRUCHTMESSUNGEN DER VARIANTE AM 20. TAG LAGERUNG IM JAHR 2007, MITTELWERT VON 4 TERMINEN: AM 30.7., 19.8., 9.9., UND 30.9.2007; VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	72
GRAFIK 37: FRUCHTMESSUNGEN DER AUFSTELLUNG AM 20. TAG LAGERUNG IM JAHR 2007, MITTELWERT VON 4 TERMINEN: AM 30.7., 19.8., 9.9., UND 30.9.2007; VERGLEICH VON AUFSTELLUNG IN DER REIHE UND ELLIPTISCH	73
GRAFIK 38: ERGEBNISSE DER 1. VERKOSTUNG VON FRISCHEN FRÜCHTE AM 3.7. 2007 (MITTELWERT VON 50 VERKOSTEN); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	74
GRAFIK 39: MITTELWERT DER 2. VERKOSTUNG VON FRISCHEN FRÜCHTEN AM 16.7. 2007 (VON 50 VERKOSTEN); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	74
GRAFIK 40: GESAMT MITTELWERT DER VERKOSTUNG VON FRISCHEN FRÜCHTEN AM 3.7. UND 16.7. 2007 (VON 100 VERKOSTEN); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	75

GRAFIK 41: PHOTONENEMISSION VON FRÜCHTEN ORIGINAL ANALYSE (SKALATYPE: LOG ¹⁰); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE	76
GRAFIK 42: PHOTONENEMISSION VON BLÄTTERN ORIGINAL ANALYSE (SKALATYPE: LOG10); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	76
GRAFIK 43: ERGEBNISSE DER WURZELMESSUNGEN; VERGLEICH VON EMA [®] UND KONTROLLE.....	81

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1: DURCHGEFÜHRTE SPRITZUNGEN IN DER VARIANTE EM IN DER ANBAUSAISON JAHR 06 - 07.	19
TABELLE 2: DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN	19
TABELLE 3: GEHALTE AN N, P UND K IM SUBSTRAT	24
TABELLE 4: MIKROBIELLER KOHLENSTOFF UND STICKSTOFF IM SUBSTRAT.....	26
TABELLE 5: VISUELLE BESCHREIBUNG DER PFLANZEN (EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG PLUS KONTROLLE) AM 17. 05. 2006 (31 TAGEN NACH DER AUSSAAT)	41
TABELLE 6: QUALITÄTSSORTIERUNG (% GEERNTETE GESUNDE FRÜCHTE) IN DER ANBAUSAISON 2006	43
TABELLE 7: BEFALLSHÄUFIGKEIT VON KRANKHEITSSYMPTOMEN AN DEN PFLANZEN IN 2006.....	44
TABELLE 8: ERGEBNISSE DES LAGERVERSUCHES IM JAHR 2006 (80 FRÜCHTE PRO VARIANTE GELAGERT AN 4 TERMINEN); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	71
TABELLE 9: ERGEBNISSE DES LAGERVERSUCHES IM JAHR 2007 (80 FRÜCHTE PRO VARIANTE GELAGERT AN 4 TERMINEN); VERGLEICH VON EM-GESTEINSMEHL-BEHANDLUNG UND KONTROLLE.....	73
TABELLE 10: PHOTONENEMISSIONSWERTEN (ANOVA)	76