

Versuche mit nicht-chemischen Saatgutbehandlungsverfahren an Mais – ein Erfahrungsbericht

M.Sc. Jannika Drechsel¹, Dr. Tim Birr¹

¹ Institut für Phytopathologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Mais zählt in Deutschland zu den wichtigsten Kulturpflanzen und belegt neben Weizen den zweiten Platz mit 2,7 Millionen ha Anbaufläche. Aufgrund seiner vielen Nutzungsrichtungen wie Körnermais, Silomais oder Corn-Cob-Mix (CCM) hat Mais einen hohen Stellenwert in der Ernährung von Menschen und Tieren, aber auch in der Bioenergiegewinnung. Aufgrund der hohen Anbaudichte und dem Anbau von Mais in engen Fruchtfolgen (bis hin zum Extremfall Monokultur) treten vermehrt pilzliche Krankheitserreger auf, die Blattkrankheiten, Kolben- und Stängelfäulen und Auflaufkrankheiten auslösen. Diese Krankheiten können zum einen zu Ertragsverlusten, aber zum anderen auch zu qualitativen Verlusten führen, beispielsweise durch die Kontamination des Ernteguts mit Mykotoxinen. Aufgrund der Nutzung indirekter Pflanzenschutzmaßnahmen wie dem Anbau von Mais in einer weit gestellten Fruchtfolge in Kombination mit einer wendenden Bodenbearbeitung und der Wahl toleranter Sorten, kann die Gefahr einer Infektion mit solchen Erregern deutlich reduziert werden. Zum Schutz gegen Auflaufkrankheiten, die durch samen- und bodenbürtige Pathogene wie beispielsweise *Fusarium*-Arten oder *Rhizoctonia solani* ausgelöst werden, wird das Maissaatgut in der Regel vor der Aussaat mit chemischen Fungiziden gebeizt. Die Zahl der zugelassenen Wirkstoffe gegenüber diesen Erregern sind jedoch sehr begrenzt und erst Anfang des Jahres 2019 verlor der bis dahin angewendete Standardbeizwirkstoff Thiram seine Zulassung. Zusätzlich fordert der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln eine Reduktion der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel. Entsprechend dieser Voraussetzungen müssen Alternativen zur standardmäßigen, chemischen Saatgutbeizung entwickelt werden.

Ziel des Verbundprojektes „SaatMaisPlus“ war es daher, eine alternative, nicht-chemische Saatgutbehandlungsstrategie zum Schutz der Maispflanze im Auflauf- und Jugendstadium gegenüber boden- und samenbürtigen Pathogenen wie *Fusarium*-Arten und *Rhizoctonia solani* entwickeln. An dem vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL; Projektträger BLE) geförderten Verbundprojekt war neben dem Institut für Phytopathologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel als weiteres Forschungsinstitut das Institut für Biologischen Pflanzenschutz des Julius Kühn-Instituts (JKI) in Darmstadt beteiligt, sowie die Industriepartner Deutsche Saatveredelung (DSV, Asendorf), EVONTA-Service GmbH (Radeberg) und ABiTEP GmbH (Berlin). Im Fokus der Arbeiten standen das physikalische Verfahren der Saatgutdesinfektion mit niederenergetischen Elektronen und die

Saatgutbehandlung mit antagonistischen Mikroorganismen. Die untersuchten Mikroorganismen waren einerseits von Maiswurzeln isolierte Bakterien und Pilze sowie andererseits Mikroorganismen aus in der Entwicklung befindlichen oder bereits vermarkteten mikrobiellen Präparaten. Nach Voruntersuchungen mit mehr als 200 Mikroorganismen wurde eine Auswahl von Isolaten getroffen, die anschließend bei verschiedenen Partnern unter kontrollierten Bedingungen (Klimakammer, Gewächshaus) und im Feld weiter geprüft wurden. Im Folgenden werden an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel gewonnene Ergebnisse zur Wirksamkeit der Elektronenbehandlung bei samenbürtigem Befall mit *Fusarium*-Arten sowie zur Wirksamkeit von drei Bakterien (BCA 1: *Bacillus amyloliquefaciens*; BCA 2: *Bacillus subtilis*; BCA 3: *Bacillus atrophaeus*) und einem Pilz (BCA 4: *Trichoderma* spp.) gegenüber einem bodenbürtigen Befall mit *Fusarium culmorum* vorgestellt.

Saatgutdesinfektion mittels Elektronenbehandlung. Gegenüber einem samenbürtigen Befall mit *Fusarium*-Arten eignet sich besonders die physikalische Saatgutdesinfektion mit Elektronen zur Befallsreduktion vor der Aussaat. Die Untersuchungen zum Saatgutbefall wurden mittels eines Agarplattentest durchgeführt und der Anteil an befallenen Körnern in % bestimmt. Analysiert wurden neben der Kontrolle (ohne Elektronenbehandlung) die verschiedenen Stufen der Elektronenbehandlung e1 bis e6 (aufsteigend in ihrer Behandlungsintensität). Während der Befall mit Fusarien im Saatgut bereits durch die Behandlungsstufe e1 fast vollständig reduziert werden konnte, war die Keimfähigkeit nicht beeinträchtigt (Abbildung 1). Die Untersuchungen bezüglich der Keimfähigkeit waren besonders von Bedeutung, um eine Beschädigung des Embryos ausschließen zu können. Bei Verwendung des gleichen Saatgutes wurde in einem Gewächshausversuch mit sterilisiertem Bodensubstrat ein Anstieg der Wuchshöhe und eine Zunahme der Trockenmasse zum 3-Blattstadium beobachtet (Abbildung 2). Getestet wurde die e1-Elektronenbehandlungsstufe. Die positiven Effekte waren ganz offensichtlich auf den durch die Behandlung verringerten Saatgutbefall zurückzuführen. Die Ergebnisse zeigen sowohl die Wirksamkeit als auch die Verträglichkeit des Verfahrens. Unter Feldbedingungen konnte dieser Effekt nicht bestätigt werden, allerdings sind die Verhältnisse nur wenig vergleichbar, da die Elektronenbehandlung nur gegen einen samenbürtigen und nicht gegenüber einem bodenbürtigen Befall wirksam sein kann.

Kann die Wirkung antagonistischer Mikroorganismen mit der chemischen Saatgutbeize mithalten? Um in der Praxis akzeptiert zu werden, sollten auf Mikroorganismen basierende Präparate eine zu chemischen Beizen vergleichbare Wirksamkeit haben. Das gilt sowohl bei samenbürtigem als auch bei bodenbürtigem Befall. Getestet wurde die Wirkung der zuvor genannten Mikroorganismen sowohl im Gewächshaus als auch im Feld. Unter kontrollierten Bedingungen zeigte insbesondere *Trichoderma* spp. (BCA 4) gegenüber einem bodenbürtigen Befall mit *Fusarium culmorum* einen positiven Effekt auf die Anzahl aufgelaufener Pflanzen

und die Trockenmasse des 3-Blattstadiums bzw. einen reduzierenden Effekt auf den Wurzelbefall mit *Fusarium culmorum* (Abbildung 3, A_I und B_I, Wurzelbefall nicht gezeigt). Der Wirkungsgrad war vergleichbar mit dem des chemischen Beizwirkstoffs Thiram. Der nächste Schritt war nun, diese Mikroorganismen auch im Feld zu testen. Im Feldversuch des Jahres 2019 war die Keimungsphase des Saatgutes geprägt von sehr kühlen Temperaturen, die für zwei Wochen unter 10 °C lagen. Aus diesem Grund war der Feldaufgang, der potentiell bei 10 Pflanzen pro m² lag, im Vergleich zu anderen Jahren sehr gering. Nach chemischer Beizung wurden ein höherer Feldaufgang und ein höherer Silomaisertrag im Vergleich zur Kontrolle festgestellt. Im Gegensatz dazu war Feldaufgang und Silomaisertrag nach Saatgutbehandlung mit *Trichoderma* spp. (BCA 4) lediglich vergleichbar mit denen der Kontrolle (Abbildung 3, A_{II} und B_{II}). Das Potential, das die Mikroorganismenbehandlung unter kontrollierten Bedingungen gezeigt hatte, konnte im Feld somit nicht bestätigt werden. Es liegt nahe anzunehmen, dass die Extremtemperaturen in der Auflaufphase zu diesem Ergebnis beitragen: während das chemische Mittel auch bei tiefer Temperatur wirkte, war der Pilz nicht aktiv. Ein daraufhin angelegter Versuch zeigte, dass bei einer Temperatur während der Keimung von 8 °C der hemmende Effekt der tiefen Temperatur auf die Maispflanze durch die Mikroorganismen sogar verstärkt wurde. Im Gegensatz zu den Versuchsbedingungen 2019 war die Keimungsphase des Feldversuchs 2018 sehr warm und trocken. Unter diesen Bedingungen konnte weder in den biologischen noch in der chemischen Variante ein erhöhter Silomaisertrag vergleichend zur Kontrolle festgestellt werden. In Folge der optimalen Wachstumsbedingungen während der Keimungsphase brachte auch die chemische Beizung keinen Mehrertrag.

Fazit. Unter kontrollierten Bedingungen reduzierte die Saatgutbehandlung mit einem antagonistischen Pilz (*Trichoderma* spp.) bei bodenbürtigem Befall mit *Fusarium culmorum* den negativen Einfluss des Pathogens, während die Elektronenbehandlung bei einem samenbürtigen Befall mit *Fusarium* spp. diesen reduzierte und den Trockenmasseertrag erhöhte. Dieses unter kontrollierten Bedingungen beobachtete Potential ließ sich jedoch in zweijährigen Feldversuchen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel nicht bestätigen (bei den anderen Partnern wurden teilweise abweichende Ergebnisse gewonnen). Unter den optimalen Auflaufbedingungen des Jahres 2018 war für keine der Varianten, einschließlich des chemischen Standards, ein positiver Effekt zu beobachten. Im Jahr 2019 mit sehr niedrigen Bodentemperaturen während der Keimung war der geprüfte antagonistische Pilz im Gegensatz zur chemischen Saatgutbeizung unwirksam. Zukünftige Studien sollten daher insbesondere die Wechselwirkungen zwischen antagonistischen Mikroorganismen und Einflussfaktoren wie Temperatur und Bodeneigenschaften berücksichtigen. Die prinzipielle Wirksamkeit der Elektronenbehandlung bei Saatgutbefall konnte in Versuchen unter kontrollierten Bedingungen deutlich gezeigt werden. Vergleichende Versuche zur Bewertung dieses Verfahrens unter Feldbedingungen sind allerdings problematisch, da die

Elektronenbehandlung gegen bodenbürtigen Befall unwirksam ist. Daher ist der Vergleich mit chemischen Beizen, die samen- und bodenbürtige Pathogene erfassen, wenig aussagekräftig.

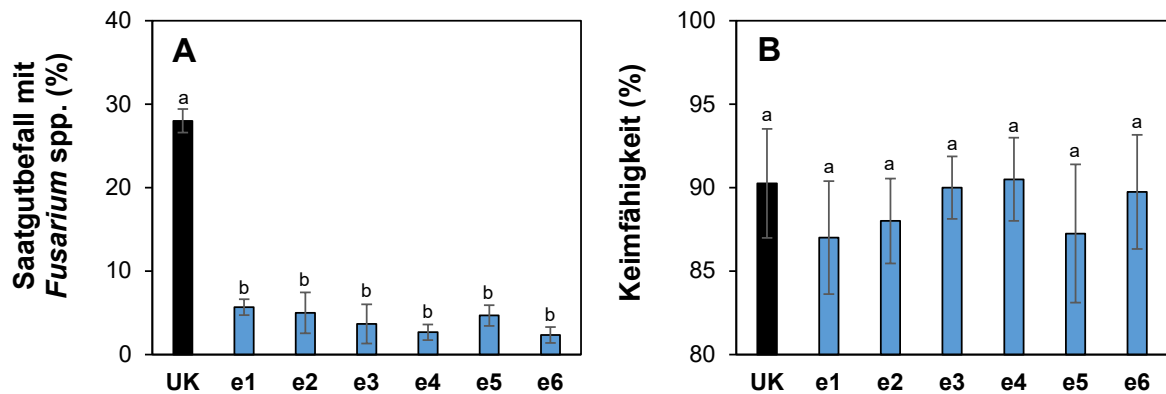


Abbildung 1: (A) Saatgutbefall mit *Fusarium*-Arten (%) und (B) Keimfähigkeit (%) der Kontrolle (UK) und der Elektronenbehandlungsstufen e1 bis e6 (aufsteigend in ihrer Intensität). Signifikante Abweichungen ($p \leq 0,05$) der Mittelwerte sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet.

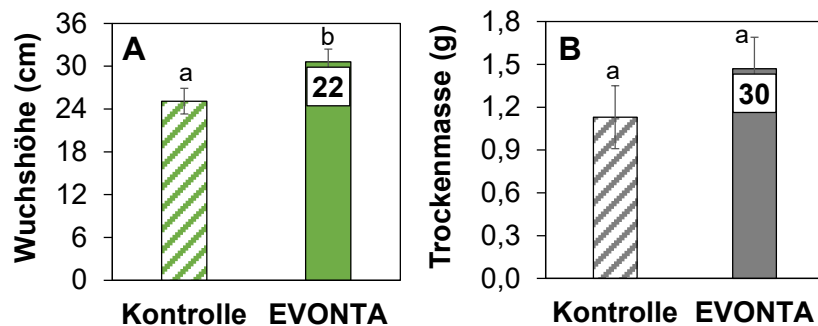
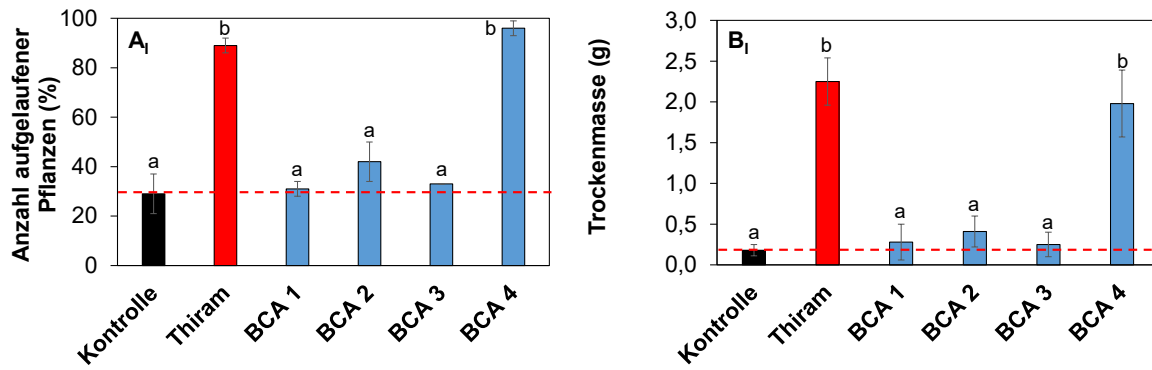


Abbildung 2: (A) Wuchshöhe (cm) und (B) Trockenmasse (g) der Kontrolle und der elektronenbehandelten Variante (EVONTA) einer samenbürtig mit *Fusarium verticillioides* befallenen Maissorte unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus. Signifikante Abweichungen ($p \leq 0,05$) der Mittelwerte sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet.

Gewächshausversuch



Feldversuch

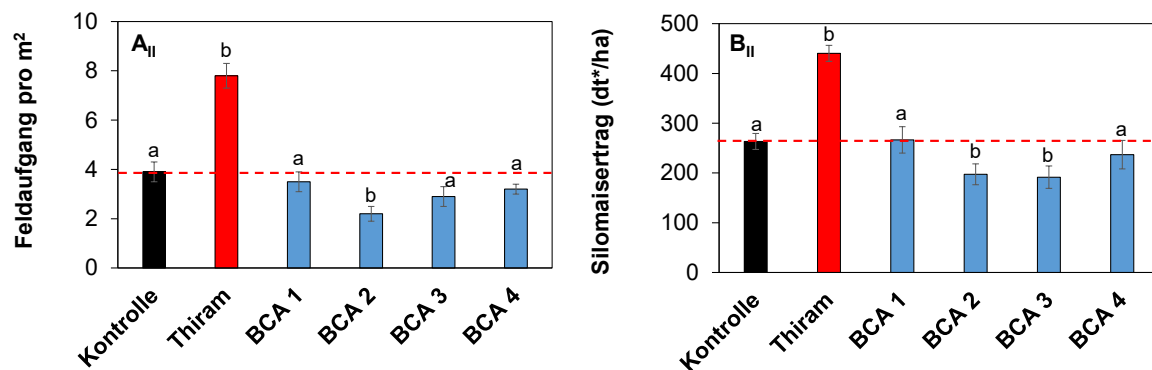


Abbildung 3: (A) Anzahl aufgelaufener Pflanzen (%) bzw. Felddaugang pro m² und (B) Trockenmasse (g) bzw. Silomaisерtrag (dt*/ha) der Kontrolle, der chemischen Beize Thiram und der Saatgutbehandlungen mit den Mikroorganismen *B. amyloliquefaciens* (BCA 1), *B. subtilis* (BCA 2), *B. atrophaeus* (BCA 3) und *Trichoderma* spp. (BCA 4) im (I) Gewächshaus und (II) im Feld. Signifikante Abweichungen ($p \leq 0,05$) der Mittelwerte der Varianten im Vergleich zur Kontrolle sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet. * bei einem TS-Gehalt von 32 %.