



PSM-VERSUCHE GEGEN FEUERBRAND 2020: ERGEBNISSE FRÜHERER JAHRE BESTÄTIGT

In der Schweiz stehen zur Bekämpfung des Feuerbrandersregers nur wenige Pflanzenschutzmittel (PSM) mit guter Wirkung zur Verfügung. Mit dem Ziel, Strategien für ein erfolgreiches Feuerbrandmanagement zu entwickeln, führt Agroscope jährlich Feldversuche an blühenden Apfelbäumen durch.

Agroscope führte 2020 am Steinobstzentrum Breitenhof zwei Versuche zu Pflanzenschutzmittelstrategien gegen Feuerbrand durch. Im ersten Versuch wurden die gegen Feuerbrand bewilligten Pflanzenschutzmittel LMA[®], Blossom Protect[™] und Myco-Sin[®] auf den Sorten «Gala Galaxy» («Gala») und «Ladina» getestet. Ziel des zweiten Versuchs war, die Erkenntnisse aus den Versuchen 2019 zur Kombination von Myco-Sin[®] und Vacciplant[®] zu vertiefen. In Zusammenarbeit mit der Firma Laboratoire PAREVA (F) prüfte Agroscope die unformulierte Substanz FB-ACT auf ihre Wirkung gegen Feuerbrand.

einer Bakteriensuspension à $4.91 \cdot 10^8$ Zellen/ml (erster Versuch) bzw. $115 \text{ ml à } 5.01 \cdot 10^8$ Zellen/ml (zweiter Versuch) appliziert. Die PSM-Behandlungen erfolgten aufgrund der künstlichen Inokulation der Primärbäume und des daraus resultierenden hohen Erregerdrucks in engem Abstand von max. zwei bis drei Tagen. Dieser hatte sich in den Vorjahren bewährt (Reininger et al. 2019).

Zum Zeitpunkt der Vollblüte wurde die Anzahl der Blütenbüschel pro Baum gezählt. Die Auswertung des Blütenbüschelbefalls auf den Versuchsbäumen erfolgte bei deutlicher Ausprägung der Symptome $4\frac{1}{2}$ bzw. 3 Wochen (erster bzw. zweiter Versuch) nach

Versuchsdurchführung

Die PSM-Versuche wurden im Rahmen der Projekte «Gemeinsam gegen Feuerbrand» und «HERAKLES Plus» durchgeführt. Der Versuchsaufbau erfolgte analog zu den Versuchen im Jahr 2019 und den Vorjahren (Reininger et al. 2019) und nach den Standards der EPPO Richtlinie 1/166(3). Der erste Versuch fand zum natürlichen Blühzeitpunkt im April statt. Für den zweiten Versuch wurden die Topfbäume bis Anfang Juni im Kühlraum bei 4°C gelagert. Für die Versuche wurden «Gala Galaxy» sowie «Ladina» (erster Versuch) verwendet.

Pro Verfahren (PSM-Strategie) wurden 36 Bäume getestet, verteilt auf sechs randomisierte Wiederholungen. Pro Sorte war eine unbehandelte Kontrolle vorhanden. Als Infektionsquelle dienten Primärbäume, die direkt mit dem Feuerbrandersregers eingespürt wurden. Diese Primärbäume wurden zwischen die Versuchsbäume gestellt. Zur Verteilung der Bakterien wurden Hummeln in die Parzelle eingebracht. Pro Primärbaum wurden 111 ml

	Verfahren 1 = Kontrolle		Verfahren 2		Verfahren 3		Verfahren 4	
	Gala	Ladina	Gala	Ladina	Gala	Ladina	Gala	Ladina
Inokulation Primärbäume								
19.04.20	-	-	-	-	BP	-	MS	-
20.04.20	-	-	LMA [®]	-	-	-	-	-
21.04.20	-	-	-	-	BP	BP	MS	MS
22.04.20	-	-	LMA [®]	LMA [®]	-	-	-	-
23.04.20	-	-	-	-	BP	BP	MS	MS
24.04.20	-	-	LMA [®]	LMA [®]	-	-	-	-
25.04.20	-	-	-	LMA [®]	-	BP	-	MS

Tab. 1: Behandlungszeitpunkte und PSM-Strategien im ersten Feldversuch 2020. Aufgrund der Niederschlagsprognose wurde die letzte LMA[®]-Behandlung auf «Ladina» einen Tag vorverschoben. Blossom Protect[™] (BP); Myco-Sin[®] (MS).

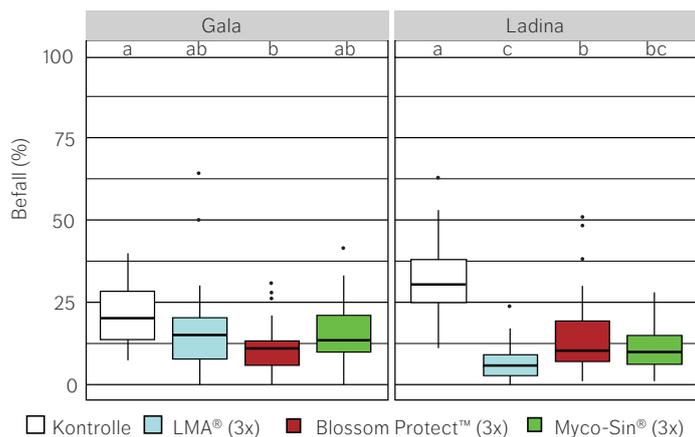


Abb. 1: Anteil der mit Feuerbrand befallenen Blütenbüschel der unterschiedlichen Verfahren auf «Gala» und «Ladina» im ersten Versuch 2020. Die statistische Auswertung erfolgte für beide Sorten separat. Unterschiedliche Buchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren an.

der Inokulation. Bei jedem Baum wurde die Anzahl Blütenbüschel mit Feuerbandsymptomen gezählt.

Der Befall und die Wirkung der PSM-Behandlungen wurden mit den Formeln nach ABOTT berechnet (Reininger et al. 2019). Die statistische Auswertung des Feuerbrandbefalls sowie der Wirkungsgrade wurde anhand eines Kruskal-Wallis-Tests und anschliessendem Dunn-Test durchgeführt.

Erster Feldversuch: Zuverlässige Wirkung von Blossom Protect™ bestätigt

Im ersten Versuch wurden die PSM LMA®, Blossom Protect™ mit dem neu formulierten Puffer Buffer Protect NT™ sowie Myco-Sin® auf der feuerbrandanfälligen Sorte «Gala» und der feuerbrandrobusten Sorte «Ladina» getestet. Hierbei sollten die Versuche von 2018, bei denen «Ladina» geringen Befall und die PSM-Behandlungen hohe Wirkungsgrade gezeigt hatten, wiederholt werden (Reininger et al. 2018).

Die Inokulation der Primärbäume erfolgte am 19. April 2020. Die ersten Behandlungen mit Blossom Protect™ und Myco-Sin® wurden aufgrund ihrer vorbeugenden Wirkung am Tag der Inokulation durchgeführt. Die erste LMA®-Behandlung fand am darauffolgenden Tag statt. Auf «Ladina» wurden die Behandlungen aufgrund späteren Blühbeginns zwei Tage später gestartet. In Tabelle 1 sind die Behandlungszeitpunkte der Verfahren dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Blüh- und Behandlungszeitpunkte können die Ergebnisse der beiden Sorten nicht direkt verglichen werden.

Der Blütenbüschelbefall der unbehandelten Kontrolle lag im ersten Versuch bei 21 bzw. 32 % auf «Gala» bzw. «Ladina». Bei «Gala» unterschied sich der Befall einzig beim Verfahren mit Blossom Protect™ signifikant von der Kontrolle und erreichte eine Wirkung von 47%. Die Verfahren mit LMA® und Myco-Sin® zeigten mit 20 bzw. 23 % nur eine äusserst geringe Wirkung. Bei «Ladina» unterschied sich der Befall bei allen drei geprüften PSM signifikant von der Kontrolle. Das Verfahren mit LMA® erreichte einen Wirkungsgrad von 79 %, Blossom Protect™ 56 % und Myco-Sin® 65 % (Tab. 3, Abb. 1).

«Ladina» zeigte im Vergleich zum Versuch 2018 (Reininger et al. 2018) höheren Befall, jedoch auch hohe Wirkungsgrade bei den PSM. «Ladina» kann mit Feuerbrand infiziert werden, der Befall beschränkt sich jedoch auf die Blüte und der Erreger dringt nicht weit ins Holz vor. Somit lässt sich der Befall in der Praxis wirkungsvoller sanieren (Leumann et al. 2013).

Zweiter Feldversuch: Kombination von Vacciplant® und Myco-Sin® weiterhin Hoffnungsträger

Im zweiten Versuch 2020 wurden LMA®, diverse Kombinationen von Myco-Sin® und Vacciplant® sowie die Substanz FB-ACT auf «Gala» getestet. Die Verfahren, Kombinationen und Behandlungszeitpunkte sind in Tabelle 2 dargestellt. Die im Jahr 2019 durchgeführten Versuche mit Myco-Sin® und Vacciplant® (Vorbehandlungen und Tankmischung) wurden nach Absprache mit den an HERAKLES Plus beteiligten kantonalen Fachstellen für Obstbau wiederholt. Um den Einfluss von Vorbehandlungen bzw. einer Tankmischung mit Vacciplant® auf die Wirkung von Myco-Sin®-Behandlungen zu untersuchen, wurden vier Verfahren gewählt. Verglichen wurden Strategien mit Myco-Sin® allein (V3), mit der Tankmischung mit Vacciplant® (V4) sowie mit jeweils vorgängigen Vacciplant®-Vorbehandlungen (V5) und (V6). Die beiden Vorbehandlungen fanden neun und vier Tage vor der Inokulation statt (Tab. 2). Im Auftrag wurde die unformulierte Substanz FB-ACT (Laboratoire PAREVA) getestet. FB-ACT mit dem Wirkstoff PHMB P20 D ist nicht als PSM gegen Feuerbrand zugelassen.

Die Inokulation der Primärbäume erfolgte am 16. Juni 2020. Die erste Behandlung aller Verfahren erfolgte am Inokulationstag, da für den nächsten Tag starker Niederschlag prognostiziert war. Alle drei Behandlungen wurden in einem Abstand von zwei bzw. drei Tagen durchgeführt.

Im zweiten Versuch lag der Blütenbüschelbefall der unbehandelten Kontrolle bei 16 %. Sowohl die Vorbehandlungen als auch die Tankmischung mit Vacciplant® führten tendenziell zu einer Wirkungsverbesserung der Myco-Sin®-Behandlungen. Die Kombination von

	Verfahren 1 = Kontrolle	Verfahren 2	Verfahren 3	Verfahren 4	Verfahren 5	Verfahren 6	Verfahren 7
07.06.20	-	-	-	-	Vacciplant®	Vacciplant®	-
12.06.20	-	-	-	-	Vacciplant®	Vacciplant®	-
Inokulation Primärbäume							
16.06.20	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT
18.06.20	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT
21.06.20	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT

Tab. 2: Behandlungszeitpunkte und PSM-Strategien im zweiten Feldversuch 2020.



Verfahren	Strategie	Wirkstoff	Produktmenge* /ha	Befall (%)		Wirkungsgrad (%)	
				Gala	Ladina	Gala	Ladina
1. Feldversuch**	V1	unbehandelte Kontrolle	-	21 (a)	32 (a)	-	-
	V2	LMA® (3x)	Kaliumaluminiumsulfat (80 %)	10 kg	16 (ab)	7 (c)	20 (a)
	V3	Blossom Protect™+ Buffer Protect NT™ (3x)	Aureobasidium pullulans (5 x 10 ⁹ CFU/g) und Zitronensäurepuffer	750 g Hefe 3 kg Puffer	11 (b)	14 (b)	47 (a)
	V4	Myco-Sin® (3x)	Schwefelsaure Tonerde (65 %), Schachtelhalmextrakt (0.2 %)	4 kg	16 (ab)	11 (bc)	23 (a)
2. Feldversuch	V1	unbehandelte Kontrolle	-	16 (a)			
	V2	LMA® (3x)	Kaliumaluminiumsulfat (80 %)	10 kg	4 (c)	-	73 (a)
	V3	Myco-Sin® (3x)	Schwefelsaure Tonerde (65 %), Schachtelhalmextrakt (0.2 %)	4 kg	10 (ab)	-	33 (b)
	V4	Tankmischung Myco-Sin® + Vacciplant® (3x)	Schwefelsaure Tonerde (65 %), Schachtelhalmextrakt (0.2 %), Laminarin (35 %)	4 kg 0.375 L	8 (ab)	-	47 (b)
	V5	Vacciplant® (2x), Myco-Sin® (3x)	Schwefelsaure Tonerde (65 %), Schachtelhalmextrakt (0.2 %), Laminarin (35 %)	4 kg 0.375 L	9 (abc)	-	43 (b)
	V6	Vacciplant® (2x), Tankmischung Myco-Sin® + Vacciplant® (3x)	Schwefelsaure Tonerde (65 %), Schachtelhalmextrakt (0.2 %), Laminarin (35 %)	4 kg 0.375 L	6 (bc)	-	59 (ab)
	V7	FB-ACT (3x)	PHMB (20.8 %)	3.75 L	8 (bc)	-	46 (ab)

Tab. 3: Präparate und deren Wirkstoffe sowie Befalls- und Wirkungsdaten der PSM-Strategien 2020. Die Vorbehandlungen mit Vacciplant® erfolgten zweimal, die Hauptbehandlungen je dreimal. Die Werte für den Befall und die Wirkungsgrade beziehen sich auf den Durchschnitt aus je 36 Bäumen. Unterschiedliche Buchstaben hinter den Befalls- bzw. den Wirkungsgraden zeigen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren nach Dunn an (Signifikanzlevel $p \leq 0.025$ ($\alpha=0.05$, $p=\alpha/2$)). Für die erste Serie wurden «Gala» und «Ladina» separat ausgewertet.

*Eingesetzte Produktmenge bei 3-jährigen Topfbäumen/ha, entspricht der Hälfte der zugelassenen Menge (bei 10 000 m³ Baumvolumen/ha).

**Verfahren auf «Gala» und «Ladina».

Vorbehandlungen und der Tankmischung erreichte eine Wirkung von 59% und war die einzige Myco-Sin®-Variante, bei der sich der Befall signifikant von der Kontrolle unterschied. Die drei weiteren Myco-Sin®-Varianten erzielten Wirkungsgrade zwischen 33 und 47% (Tab. 3). Im Gegensatz zum ersten Versuch 2020 zeigte LMA® im zweiten

Versuch eine hohe Wirkung von 73%. Die Substanz FB-ACT erzielte eine Wirkung von 46%. Bei diesen beiden Verfahren unterschied sich der Befall signifikant von der Kontrolle (Tab. 3, Abb. 2).

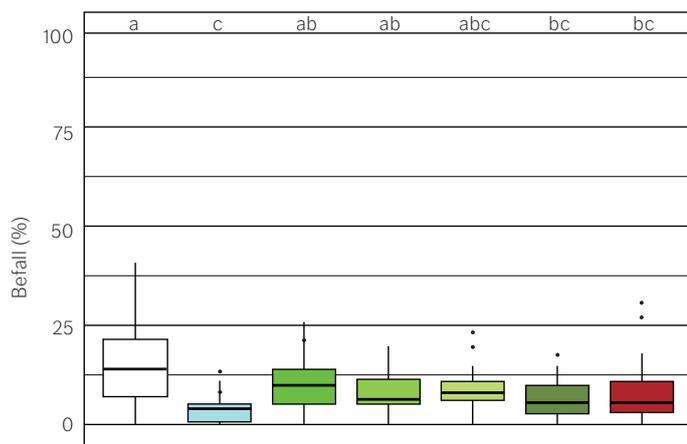


Abb. 2: Anteil der mit Feuerbrand befallenen Blütenbüschel der unterschiedlichen Verfahren auf «Gala» im zweiten Versuch 2020. Unterschiedliche Buchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren an.

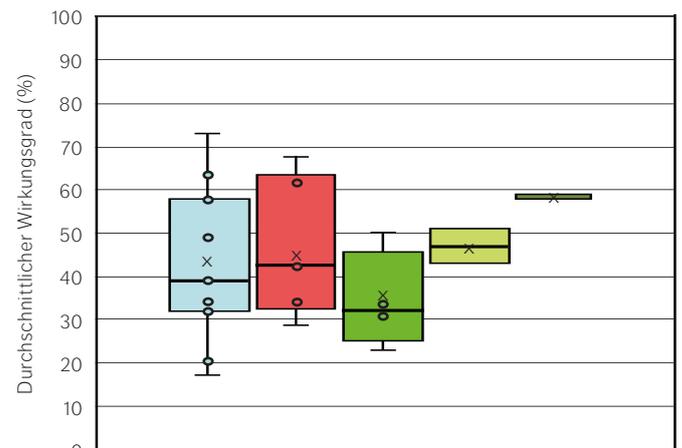


Abb. 3: Übersicht zur Wirkung der PSM, die über mehrere Versuchsjahre bei Agroscope getestet wurden. Angegeben ist der durchschnittliche Wirkungsgrad der einzelnen Serien auf «Gala».



Versuche 2020 bestätigen Ergebnisse aus Vorjahren

Insgesamt erzielten die PSM-Strategien dieses Jahr vergleichbare Wirkungsgrade wie in Vorjahren (Abb. 3).

LMA® zeigte im ersten Versuch 2020 auf «Gala» eine unzureichende Wirkung, während es auf «Ladina» und im zweiten Versuch auf «Gala» gut wirkte. Aufgrund der langen Blühperiode sowie vielen unterentwickelten und verzögert blühenden Blütenansätzen bei «Gala» konnten möglicherweise durch die drei Behandlungen nicht alle Blütenbüschel geschützt werden. In Vorjahren zeigte LMA® auf Gala eine durchschnittliche Wirkung von 42 %, diese schwankte jedoch in den letzten fünf Jahren stark (Abb. 3). Solche Schwankungen zeigten sich auch bei Versuchen in Haidegg, Graz (A) (Rühmer 2015, Rühmer 2019). Blossom Protect™ erzielte eine durchschnittliche Wirkung von 48 % auf «Gala». Dieses PSM zeigte eine zuverlässige Wirkung, die auch in Versuchen im Ausland bestätigt wurde (Rühmer 2015). Myco-Sin® erreichte auf «Gala» eine durchschnittliche Wirkung von 35 %, die diesjährigen Ergebnisse liegen etwas unter diesem Wert. In den Versuchen 2018 und 2020 erreichten LMA®, Blossom Protect™ und Myco-Sin® auf «Ladina» höhere Wirkungsgrade als auf «Gala». Allerdings liegen zur Wirkung auf «Ladina» erst die Daten zweier Versuchsjahre mit künstlicher Inokulation vor; diese ersten Ergebnisse müssten weiter untersucht werden. Die bisherigen Erkenntnisse deuten jedoch darauf hin, dass die Kombination von robusten Sorten und PSM-Behandlungen ein erfolgreiches Feuerbrandmanagement ermöglicht.

Die Kombination von Vacciplant® und Myco-Sin®, in Form von Vacciplant®-Vorbehandlungen bzw. einer Tankmischung, wird seit einigen Jahren diskutiert. Diese Strategien zeigten in den Versuchen 2019 und 2020 tendenziell eine Wirkungsverbesserung der Myco-Sin®-Behandlungen und eine durchschnittliche Wirkung zwischen 43 und 59 %. Ähnliche Wirkungsgrade wurden auch in Versuchen in Haidegg erzielt (Rühmer 2015, Rühmer 2019). Der Hersteller von Vacciplant® (Stähler Suisse AG) empfiehlt eine präventive Anwendung. Bei Agroscope wurden 2019 und 2020 sowohl Vorbehandlungen als auch Behandlungen nach der Inokulation getestet, es zeigten sich jedoch keine klaren Unterschiede.

Die Wirkung der diesjährig erstmalig in der Schweiz getesteten Substanz FB-ACT war vergleichbar mit derjenigen der bereits gegen Feuerbrand zugelassenen PSM.

Welche PSM-Strategie ist mit welchen Kosten verbunden?

Für die Berechnung der Zusatzkosten wurden die Katalogpreise der Produkte für ein Standardbaumvolumen von 10 000 m³/ha

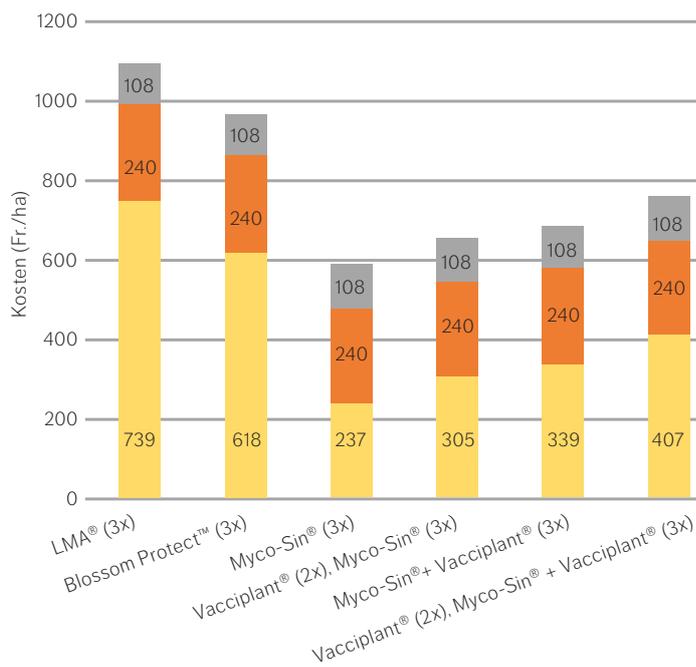


Abb. 4: Zusatzkosten der PSM-Strategien 2020 bei adulten Bäumen pro Hektar. Es wurden die Arbeits- (grau), Maschinen- (orange) und Produktkosten (gelb) berechnet.

verwendet. Es wurden die Arbeits-, Maschinen- und Produktkosten berechnet. Für die Vorbehandlungen mit Vacciplant® wurden nur die Produktkosten berechnet, da sie in der Praxis üblicherweise als Tankmischung mit anderen PSM ausgebracht werden. Die Kosten der Verfahren sind in Abbildung 4 dargestellt. Myco-Sin® verursacht geringere Kosten, zeigt jedoch eine geringere Wirkung als LMA® und Blossom Protect™. Durch eine Kombination mit Vacciplant® kann diese Wirkung jedoch ohne hohe Zusatzkosten erhöht werden (Abb. 2, Tab. 3, Abb. 4).

Bei der Wahl der PSM-Strategie sind neben Preis und Wirkung der Feuerbrandbefall der Vorjahre in der Parzelle, die Witterungsbedingungen, das Infektionsrisiko nach dem Feuerbrand-Prognosemodell Maryblyt™ sowie ein möglicher Mehrfachnutzen der Präparate zu berücksichtigen. Zum Beispiel hat Vacciplant® eine Teilwirkung gegen Schorf und Apfelmehltau. Eine weitere Möglichkeit stellen PSM-Strategien dar, in denen sowohl Produkte mit Teil- als auch Vollwirkung zum Einsatz kommen. Die Entwicklung erfolgreicher PSM-Strategien gegen Feuerbrand mit den verfügbaren PSM bleibt eine Herausforderung. ■

DANK

Den Projektpartnern von «Gemeinsam gegen Feuerbrand» und «HERAKLES Plus» (Kt. AG, LU, SG, TG, ZH, CAVO-Stiftung und IP-SUISSE) sowie Laboratoire PAREVA danken wir für die finanzielle Unterstützung. Wir danken den Mitarbeitenden von Agroscope Breitenhof und Wädenswil und insbesondere den Versuchsbetriebsleitern Thomas Schwizer und Matthias Schmid für die gute Zusammenarbeit. Für die Berechnungen der Arbeits- und Maschinenkosten danken wir Esther Bravin, Agroscope.



SANDRINE KAMMERER

Agroscope, Wädenswil
perrine.gravalon@agroscope.admin.ch

In Zusammenarbeit mit

Perrine Gravalon und Eduard Holliger, Agroscope, Wädenswil

LITERATUR

Die Literaturliste ist unter der Mail-Adresse der Co-Autorin erhältlich.