



Der Einfluss der Fahrgassenpflege auf das Mikroklima in Schwarzen Johannisbeeren (*Ribes nigrum* L.)

Linda Nagler¹ · Jana Schwefler¹ · Jana Käthner² · Antje Giebel² · Eckart Kramer³

Eingegangen: 11. März 2022 / Angenommen: 2. August 2022 / Online publiziert: 28. Oktober 2022
© Der/die Autor(en) 2022

Zusammenfassung

Das Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss der Fahrgassenpflegefrequenz auf die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchte in Plantagen mit Schwarzen Johannisbeeren (*Ribes nigrum* L.) zu ermitteln. In der Praxis dient das Kurzhalten des Fahrgassenbewuchses als angewandte und präventive Methodik, um die Durchlüftung im Bestand zu verbessern und den Krankheitsdruck zu senken. Die On-Farm-Versuche fanden auf zwei ökologisch geführten Strauchbeerenbetrieben in Brandenburg (Weggun und Schöneiche) über einen Zeitraum von März bis Juni 2021 statt. Die Einflüsse der Pflegefrequenz auf das Mikroklima in den Fahrgassen wurden für praxisübliche Mahdfrequenz („business as usual“, BAU) und erhöhte Mahdfrequenz (TEST) ermittelt. Die Ergebnisse zeigen, dass mit einem kontinuierlichen Kurzhalten der Fahrgassen eine nachweisbare Beeinflussung auf die bodennahe Lufttemperatur und Luftfeuchte stattfindet. Dabei führte eine erhöhte Mahdfrequenz (TEST) teils zu einer signifikant höheren mittleren Lufttemperatur als in praxisüblicher Pflege (BAU), wohingegen die mittlere relative Luftfeuchte signifikant geringer war. Die Effekte waren abhängig vom Zeitpunkt und vom Standort. Über die Versuchsperiode konnten maximale mittlere Lufttemperaturdifferenzen von 1,14 °C (Standort Weggun) bzw. 1,96 °C (Standort Schöneiche) sowie maximale mittlere relative Luftfeuchtedifferenzen von 3,69 % (Standort Weggun) bzw. 3,90 % (Standort Schöneiche) zwischen den Varianten TEST und BAU festgestellt werden. Vor allem in der Plantage mit dem geringeren Reihenabstand tritt dieser Effekt deutlicher auf. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass die Plantagenstruktur einen Einfluss auf die Effekte hat, was in zukünftigen Versuchen untersucht werden sollte.

Schlüsselwörter Strauchbeeren · Mikroklima · Mahd · Schwarze Johannisbeeren · Fahrgassenpflege

Linda Nagler
Linda.Nagler@hnee.de

Jana Schwefler
Jana.Schwefler@hnee.de

✉ Jana Käthner
jkaethner@atb-potsdam.de

Antje Giebel
agiebel@atb-potsdam.de

Eckart Kramer
Eckart.Kramer@hnee.de

¹ Fachbereich II: Landschaftsnutzung und Naturschutz, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), Eberswalde, Deutschland

² Technik im Pflanzenbau, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB), Potsdam, Deutschland

³ Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), Eberswalde, Deutschland

Effects of Interrow Maintenance on Microclimate Parameters in Black Currant (*Ribes nigrum* L.)

Abstract

The aim of the study was to determine the influence of tramline maintenance frequency on air temperature and relative humidity in blackcurrant (*Ribes nigrum*) plantations. In practice, keeping tramline vegetation short serves as an applied and preventative technique to improve aeration in the crop and reduce disease pressure. The on-farm trials took place on two ecological shrub berry farms in Brandenburg (Weggun and Schöneiche) over a period from March to June 2021. The effects of maintenance frequency on the microclimate in the tramlines were determined for normal mowing frequency (business as usual, BAU) and increased mowing frequency (TEST). The results show that continuous short keeping of the tramlines has a demonstrable influence on the air temperature and humidity in the currant stand. In some cases, an increased mowing frequency (TEST) led to a significantly higher mean air temperature than under usual management (BAU), whereas the mean relative humidity was significantly lower. The effects were dependent on timing and site. Over the experimental period, maximum mean air temperature differences of 1.14 °C (Weggun site) and 1.96 °C (Schöneiche site) and maximum mean relative humidity differences of 3.69% (Weggun site) and 3.90% (Schöneiche site) were observed between the TEST and BAU variants. Especially in the plantation with the smaller row distance, this effect occurs more clearly. The results suggest that the plantation structure has an influence on these effects, which should be investigated in further trials.

Keywords Bush berries · Microclimate · Mowing · Black currants · Tramline maintenance

Vorwiegend für die Verarbeitungsindustrie angebaut, sind Schwarze Johannisbeeren (*Ribes nigrum* L.) aufgrund ihres hohen Anteils an gesundheitspräventiven Inhaltsstoffen auch für den Frischverzehr interessant. In Untersuchungen wurde bewiesen, dass Klimaelemente bei verschiedenen Sorten von *R. nigrum* Auswirkungen auf deren Nährstoffgehalte (z.B. Anthocyan- u. Ascorbinsäurekonzentration) bzw. Qualitätsparameter (Größe, Gewicht) der Früchte haben (Woznicki et al. 2015; Kaldmäe et al. 2013; Walker et al. 2010). Für die Vermarktung frischer Johannisbeeren muss eine gute Produktqualität gewährleistet werden. In der Praxis dient das Kurzhalten der Fahrgassenbegrünung als probates Mittel, um die Durchlüftung im Bestand zu verbessern, den Krankheitsdruck zu senken und Ertragsverlusten vorzubeugen (vdHulst, persönliche Kommunikation 2019; FiBL 2004). Deshalb kommt im ökologischen Strauchbeerenanbau dem vorbeugenden Pflanzenschutz eine große Bedeutung zu (FiBL 2004; Schmid 2003). Untersuchungen von Holb und Scherm (2007) zeigen, dass eine geringe Mahdfrequenz in ökologisch geführten Apfelanlagen zu einer höheren Infektion der am Boden liegenden Früchte mit Braunfäule (*Monilinia fructigena*) führt (Holb und Scherm 2007). Nach Santoiemma et al. (2020) resultiert aus einer häufigeren Mahd ein geringeres Schadensniveau von *Drosophila suzukii* in Süßkirschenanlagen (Santoiemma et al. 2020). Ein Grund für diese Ergebnisse sehen beide Arbeiten in den ungünstigeren Feuchtebedingungen in ungemähten Flächen, die sich positiv auf den Entwicklungszyklus beider Schaderreger auszuwirken scheinen. Es fanden jedoch in beiden Untersuchungen keine Messungen zur Temperatur und Luftfeuchte in den Beständen statt.

Zu den bekanntesten Pilzkrankheiten an den Schwarzen Johannisbeeren zählen die Blattfallkrankheit (*Drepanope-*

ziza ribis), der Amerikanische Stachelbeermehltau (*Sphaerotheca mors-uvae*), der Säulenrost (*Cronartium ribicola*) und die Septoria-Blattfleckenkrankheit (*Mycosphaerella ribis*) (BSA 2002). Besonders *D. ribis* tritt in ganz Europa an Schwarzen Johannisbeeren auf und kann zu starkem vorzeitigem Blattfall und Ernteverlusten führen (Riemens et al. 2021). In einer Studie von Xu et al. (2009) zeigte sich, dass neben dem Anfälligkeitsgrad der einzelnen Sorten eine Infektion vor allem durch sehr feuchte Bedingungen und durch ältere Blätter an den Sträuchern begünstigt werden (Xu et al. 2009). Klimatische Parameter wie die Lufttemperatur und Luftfeuchte beeinflussen nicht nur die Ausbreitung von Krankheiten wie *C. ribicola*, *S. mors-uvae*, oder *M. ribis*, sondern auch den Entwicklungszyklus und die Fraßfähigkeit von Insekten. Klimakammeruntersuchungen zeigten, dass das Temperaturoptimum zur Effektivität der Fraßlust bei Marienkäfern bei 25 °C und bei Blattläusen bei 22 °C liegt (Kühne et al. 2012). Eine veränderte Pflegefrequenz und ein daraus resultierender Einfluss auf das Mikroklima könnten somit den Grad der Verbreitung von Pflanzenkrankheiten sowie das Zusammenspiel zwischen Antagonisten und Schädlingen in der Plantage bewirken. Eine Studie in Birnenplantagen ergab, dass eine verringerte Mahdhäufigkeit in der Bodenvegetation zu einer Erhöhung der Anzahl an Nützlingen aber auch zu einem Anstieg der Stinkwanzen (*Euschistus conspersus*, *Acrosternum hilare*) und Blattläuse führte (Horton et al. 2002). In einer Apfelplantage in Südostfrankreich wurden zur Untersuchung der Auswirkungen auf die biologische Bekämpfung von Apfelwicklern (*Cydia pomonella*) drei Mahdregime angewandt: hoch (keine Mahd), mittel (20 cm) und kurz (5 cm). Von April bis Mai konnte kein Einfluss durch die Höhe der Grasdecke auf die Prädationsrate festgestellt werden. Im

Juli und August stieg die Prädationsrate im kurzen Gras jedoch signifikant stärker an als im hohen Gras. Die Autoren schlossen daraus, dass das Ergebnis auf das Vorhandensein alternativer Beutetiere im höheren Gras bzw. in Bäumen zurückzuführen sein könnte (Marliac et al. 2015). Die ökologischen Präferenzen vieler Insekten und Pflanzenarten für die Faktoren Temperatur, Feuchtigkeit, Licht oder Vegetationsstruktur sind der Grund dafür, dass sich Forschungen zur Mahd insbesondere auf die Auswirkungen des Eingriffs auf Flora und Fauna konzentrieren (Detzel 1985; Grichting 2002; Hiller und Betz 2014; Van de Poel und Zehm 2014). Das Ziel dieses Versuchs war es zu überprüfen, ob das Mikroklima durch ein kontinuierliches Kurzhalten der Fahrgassen im Vergleich zum praxisüblichen Pflegemanagement in *Ribes-nigrum*-Plantagen verändert wird.

Material und Methoden

Standort und Versuchsaufbau

Die Versuche wurden auf ökologisch betriebenen Praxisbetrieben an zwei Standorten in Brandenburg durchgeführt, in Weggun im Landkreis Nordwestuckermark (53°20'N, 13°36'E, 99 m ü. NN) und in Schöneiche im Landkreis Dahme-Spreewald (51°56'N, 13°29'E, 122 m ü. NN). In Tab. 1 sind die detaillierten Versuchsbedingungen und das Plantagenmanagement beider Standorte zusammengefasst.

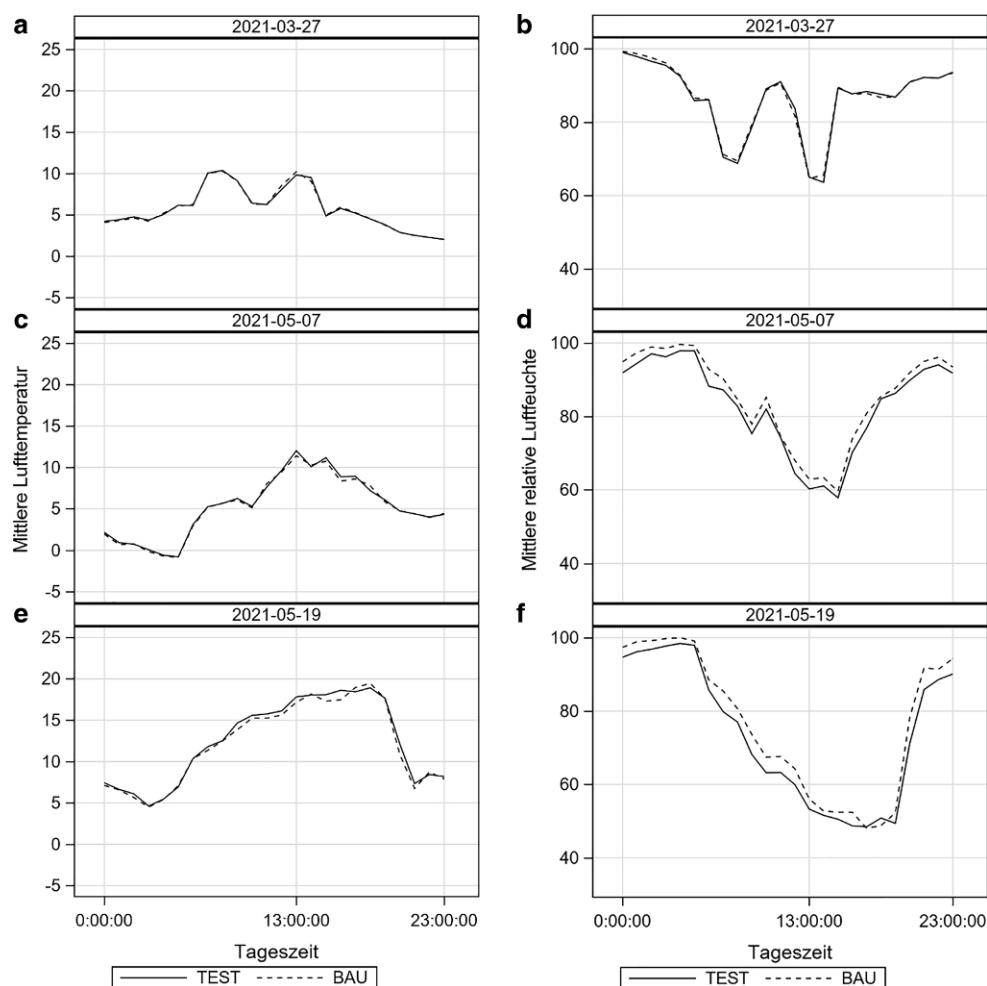
Die Versuche wurden als Streifenanlage mit dem Prüffaktor Fahrgassenpflegefrequenz mit zwei Faktorstufen (BAU („business as usual“), TEST (erhöhte Mahdfrequenz)) in jeweils einer Reihe (Weggun) bzw. in jeweils drei Reihen (Schöneiche) angelegt. Die Durchführung als Demonstrationsversuch in Weggun war der geringen Anzahl bestehender Pflanzreihen geschuldet. Bei der Fahrgassenbegrünung handelte es sich um Kleegrasmischungen (Weggun) bzw. Landsberger Gemenge (Schöneiche). Die betriebsübliche Mahd in der Variante BAU fand bis zu dreimal in der Saison (März bis Juli 2021) statt. Bei der Faktorstufe TEST erfolgte die Mahd witterungsbedingt in einem 1- bis 2-wöchigen Rhythmus, sodass die Höhe des Fahrgassenbestands über die Versuchsdauer kontinuierlich unter 10 cm betrug. Innerhalb der Versuchsperiode wurden für beide Standorte jeweils zwei repräsentative Tage untersucht, an denen der Fahrgassenbestand Unterschiede in der Pflanzhöhe zwischen den Varianten aufwies. Für den Standort Weggun wurden der 07.05.2021 und der 19.05.2021 mit einem Grashöhenunterschied in der Fahrgasse von ca. 7,5 cm bzw. 13 cm ausgewählt. Am Standort Schöneiche handelt es sich um die Tage 10.05.2021 und 09.06.2021 mit einer Differenz in der Fahrgassenbestandshöhe von etwa 8 cm und 12 cm. In der Variante BAU wurde die Mahd mit der betriebseigenen Technik durch die Anbauer durchgeführt. Die Mahd (Variante TEST) erfolgte mit einem Balkenmäher (Herkules UE 510/Agria 3400) mit einer Arbeitsbreite von 0,87 m.

Tab. 1 Standortbedingungen und Plantagenmanagement der untersuchten Johannisbeerenplantagen

Standort	Weggun (Demonstrationsversuch)	Schöneiche
Mittlere Jahrestemperatur	8,7 °C	9,5 °C
Summe Jahresniederschlag	483 mm	558 mm
Boden		
Bodenart	SI4	Su2
Bodentyp	Stark lehmiger Sand	Schwach schluffiger Sand
Versuchsobjekt	<i>Ribes nigrum</i> L.	<i>Ribes nigrum</i> L.
Sorte	Ben Conan	Tiesel
Pflanzjahr	2009	2015
Erziehungsform	Busch	Busch
Anbaustruktur		
Reihenabstand	2,5 m	4,5 m
Pflanzabstand	0,75 m	0,5 m
Fahrgassenbreite	2 m	3 m
Pflanzhöhe	1,2 m	2 m
Reihenausrichtung	N-S	O-W
Hauptwindrichtung	W	N-W
Bewässerung	Tröpfchen	Tröpfchen
Pflanzenschutz	Nein	Demeter-Betriebsmittel ^a
Düngung	Demeter-Betriebsmittel ^a	Demeter-Betriebsmittel ^a

^a (Pfeiffer und Mäder 2021)

Abb. 1 Tagesverlauf der mittleren Lufttemperatur (*links*) und mittleren relativen Luftfeuchte RH (*rechts*) für die Varianten TEST und BAU für den 27.03.2021 (**a, b**), 07.05.2021 (**c, d**), 19.05.2021 (**e, f**) in Schwarzen Johannisbeeren am Standort Weggun



Mikroklima

Die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchte wurden in den Versuchspartellen mit einem Datenlogger-System erfasst.

In Weggun kam der Digitale Fühler FHAD46-C2 (Ahlborn) zur Messung der beiden Klimaelemente zum Einsatz. In Schöneiche wurde zur Ermittlung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte der Sensortyp BME280 (Bosch) verwendet. Die neuangeschafften Sensoren wurden auf die Genauigkeit der Temperatur- und relativen Luftfeuchte Angaben in den technischen Datenblättern im Trockenschrank bzw. mit einem Feuchte- und Temperaturgerator der S904-Serie überprüft. Die Erfassung der Klimaparameter erfolgte in Weggun im unteren (0,3 m – Buschbasis), mittleren (0,8 m – Buschmitte) und oberen (1,2 m – Buschspitze) Drittel des Busches, in Schöneiche ausschließlich im unteren, bodennahen Bereich (0,3 m). Insgesamt wurden pro Variante jeweils drei Lufttemperatur- und drei Luftfeuchtesensoren angebracht. Die Daten zum Niederschlag und zur Globalstrahlung in Schöneiche bzw. zum

UV-Index in Weggun sowie zur Windgeschwindigkeit wurden mittels lokaler Wetterstationen erhoben.

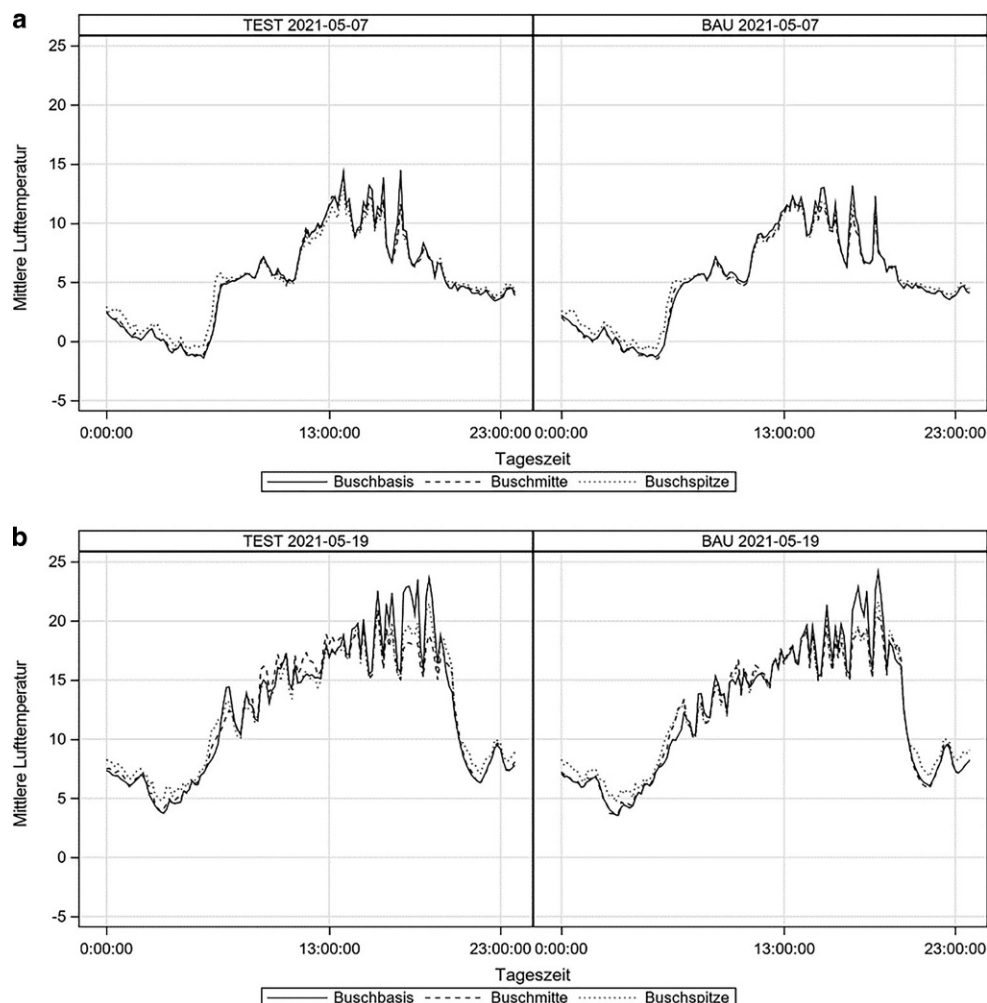
Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS – Studio (OnDemand; SAS Institute, Cary, NC, USA) unter Verwendung der Prozedure Proc GLM für die Varianzanalyse. Mittelwertvergleiche wurden mit dem Tukey-Test durchgeführt. Bei $p < 0,05$ wurden die statistischen Ergebnisse als signifikant angesehen. Überprüft wurde die Stunde 0 (00:00 bis 01:00 Uhr), um den Einfluss der photosynthetischen Strahlung zu vernachlässigen. Ebenfalls wurde die in die morgendliche Dämmerung fallende Stunde 5 (05:00 bis 06:00 Uhr) untersucht, die den Beginn der kurzwelligen Strahlung erfasst, sowie die Stunde 13 (13:00 bis 14:00 Uhr), die im Sonnenhöchststand liegt. Die Stunde 16 (16:00 bis 17:00 Uhr) als Beispiel des Einflusses des Rückgangs der Globalstrahlung wurde zusätzlich herangezogen. Für den Standort Weggun wurde zusätzlich zum Faktor Fahrgassenpflgefrequenz der Einfluss der Sensorposition (SP) auf die Klimaparameter untersucht. Die Messungen

Tab. 2 Mittlere Lufttemperatur in Abhängigkeit von der Variante (TEST, BAU) und der Buschposition SP (Basis, Mitte, Spitze) in Schwarzen Johannisbeeren in den Stunden 0 (0 bis 1 Uhr), 5 (5 bis 6 Uhr), 13 (13 bis 14 Uhr) und 16 (16 bis 17 Uhr) am Standort Weggun

Datum		27.03.2021 (Kontrolle)					07.05.2021					19.05.2021				
Stunde		0	5	13	16		0	5	13	16		0	5	13	16	
m. Diff. TEST-BAU Mittlere Diff. Basis-Spitze (°C) Typ-III Anova	MW (°C)															
	TEST															
	Basis	3,60	5,83	9,97	5,93	1,86	-1,14	12,33	9,29	7,00	6,75	17,70	19,89			
	Mitte	4,22	6,19	9,75	5,71	2,02	-0,99	12,37	8,70	7,32	6,82	18,37	17,91			
	Spitze	4,83	6,48	9,78	5,71	2,64	-0,23	11,37	8,62	7,95	7,18	17,42	18,06			
	BAU															
	Basis	3,45	5,76	10,14	6,00	1,75	-1,14	11,56	8,65	6,70	6,85	17,16	17,96			
	Mitte	4,04	6,08	10,26	5,90	1,65	-1,20	11,32	8,07	6,84	6,99	17,18	16,88			
	Spitze	4,75	6,34	10,21	5,90	2,50	-0,23	11,28	8,28	7,79	7,42	17,19	17,60			
Tukey Test		0,14	0,10	-0,37	-0,15	0,21	0,07	0,64	0,54	0,31	-0,17	0,65	1,14			
	TEST	-1,23	-0,65	0,19	0,23	-0,78	-0,91	0,95	0,67	-0,95	-0,43	0,27	1,83			
	BAU	-1,30	-0,59	-0,07	0,11	-0,75	-0,91	0,29	0,37	-1,09	-0,57	-0,03	0,36			
	Variante	0,2310	0,4671	0,2038	0,6227	0,0451	0,5449	0,0183	0,4331	0,0014	0,4860	0,0005	0,0366			
	SP	< 0,0001	0,0046	0,9822	0,8779	< 0,0001	< 0,0001	0,1229	0,7432	< 0,0001	0,2127	0,0755	0,0624			
	Variante x SP	0,9469	0,9816	0,8762	0,9822	0,5172	0,7023	0,3096	0,9800	0,3256	0,9715	0,0761	0,5158			
	Basis-Mitte	0,0002	0,1118	-	-	0,9712	0,9316	-	-	0,1784	-	-	-			
	Basis-Spitze	< 0,0001	0,0020	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-	< 0,0001	-	-	-			
	Mitte-Spitze	< 0,0001	0,2361	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-	< 0,0001	-	-	-			

Abb. 2 Tagesverlauf der mittleren Lufttemperatur in den Varianten TEST und BAU am 07.05.2021 (a) und 19.05.2021 (b) in Schwarzen Johannisbeeren am Standort Weggun



wurden alle 10 min innerhalb einer Stunde wiederholt. Zwischen den einzelnen Wiederholungen besteht kein zeitlich abhängiger Trend, sodass diese Wiederholungen als unabhängig anzusehen sind. Zur Ermittlung der Effekte ist eine zweifaktorielle Varianzanalyse genutzt worden.

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss der Mahdfrequenz auf die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchte am Standort Weggun

Der 27.03.2021 dient als Kontrolltermin, an welchem die Pflanzhöhe im Fahrgassenbestand in beiden Varianten keine Differenzen aufwies. Die mittlere Lufttemperatur und die mittlere relative Luftfeuchte zeigen am Kontrolltermin keine Unterschiede. Die darauffolgenden Pflegemaßnahmen in der TEST-Variante führen sowohl am 07.05.2021 als auch am 19.05.2021 zu einem Niveauunterschied insbesondere bei der relativen Luftfeuchte zwischen beiden Varianten (Abb. 1).

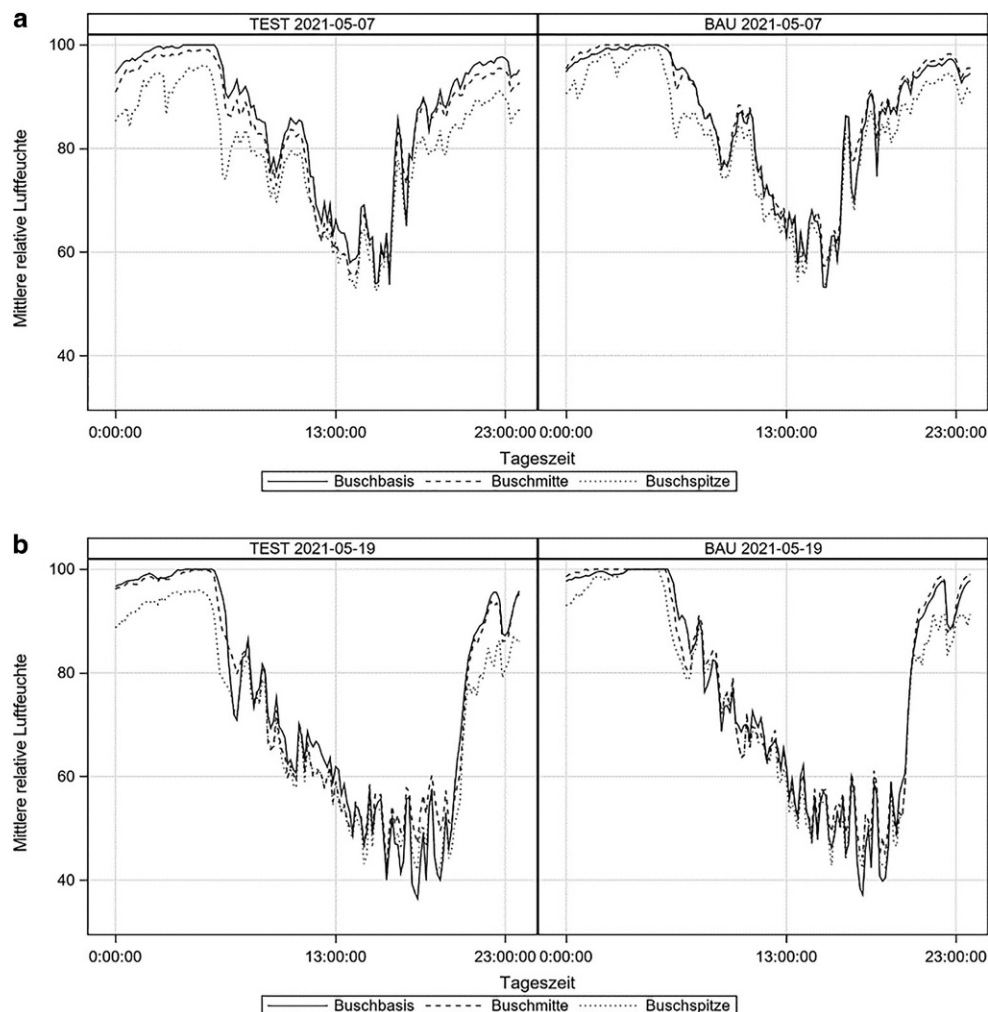
An beiden Tagen zur Stunde 0 führte die Pflege mit höherer Mahdfrequenz (TEST) zu einem mittleren Temperaturunterschied von $+0,21^{\circ}\text{C}$ bzw. $+0,31^{\circ}\text{C}$ im Vergleich zur praxisüblichen Pflege. Dieser minimale Effekt könnte im Zusammenhang stehen mit den pflanzenphysiologischen Verdunstungsprozessen im Busch. Die größte mittlere Temperaturdifferenz lässt sich tagsüber zu den Mittags- und Nachmittagsstunden feststellen. So ist es zur Stunde 13 am 19.05.2021 in der Variante TEST im Mittel um $+0,65^{\circ}\text{C}$ wärmer als am Standort der Variante BAU. Zu dieser Zeit wurde an beiden Versuchstagen der höchste Tages-UV-Index mit 3 bzw. 5,5 gemessen. Somit könnten die Unterschiede im Mikroklima zur Mittagszeit mit dem steilen Einfallswinkel der Sonne (Zenit) zusammenhängen, der zur maximalen Globalstrahlung und zu einer geringen Reflexstrahlung führt (Häkel 2021). Am 19.05.2021 zeigen die Ergebnisse an Stunde 16 eine höhere Durchschnittstemperatur in der Variante TEST von $+1,14^{\circ}\text{C}$ als bei der praxisüblichen Pflege (BAU) (Tab. 2).

Ein interdisziplinärer Blick auf den Forschungsbereich Naturschutz verdeutlicht, dass insbesondere bei der Bio-

Tab. 3 Mittlere relative Luftfeuchte in Abhängigkeit der Variante (TEST, BAU) und der Buschposition SP (Basis, Mitte, Spitze) in Schwarzen Johannisbeeren in den Stunden 0 (0 bis 1 Uhr), 5 (5 bis 6 Uhr), 13 (13 bis 14 Uhr) und 16 (16 bis 17 Uhr) am Standort Weggun

Datum	Stunde	MW (%)	TEST	BAU	27.03.2021 (Kontrolle)					07.05.2021					19.05.2021				
					0	5	13	16	0	5	13	16	0	5	13	16	0	5	16
m. Diff. TEST-BAU			Basis		100,00	88,27	66,23	88,28	96,07	100,00	62,93	71,88	97,28	99,97	55,53	46,22			
			Mitte		99,62	85,55	65,10	87,77	93,45	98,73	59,23	71,33	96,77	99,53	52,50	51,03			
			Spitze		97,38	83,73	63,67	87,07	86,22	94,93	58,53	67,40	90,00	94,32	51,82	49,00			
			Basis		100,00	89,03	66,57	88,08	96,17	99,83	63,97	74,47	98,30	100,00	57,33	51,87			
			Mitte		100,00	86,40	64,52	87,65	97,25	100,00	64,10	75,52	99,33	99,82	56,45	54,57			
Mittlere Diff. Basis-Spitze (%)			Spitze		97,87	84,33	63,10	87,10	91,27	98,17	60,63	71,90	94,52	97,50	54,32	50,88			
			TEST		-0,29	-0,74	0,27	0,09	-2,98	-1,44	-2,67	-3,76	-2,70	-1,17	-2,75	-3,69			
			BAU		2,62	4,53	2,57	1,22	9,85	5,07	4,40	4,48	7,28	5,65	3,72	-2,78			
			Variante		2,13	4,70	3,47	0,98	4,90	1,67	3,33	2,57	3,78	2,50	3,02	0,98			
			SP		0,1255	0,1895	0,7474	0,9197	<0,0001	0,0002	0,0166	0,2981	<0,0001	0,0312	0,0206	0,0068			
Tukey Test			Variante × SP		<0,0001	<0,0001	0,0223	0,6291	<0,0001	<0,0001	0,0192	0,6281	<0,0001	<0,0001	0,0644	0,0557			
			Basis-Mitte		0,5313	0,9823	0,8779	0,9946	0,0001	0,0016	0,3205	0,9724	<0,0001	0,0328	0,7311	0,4871			
			Basis-Spitze		0,6787	0,0009	0,2525	-	-	-	0,4173	-	-	-	-	-			
			Mitte-Spitze		<0,0001	<0,0001	0,0117	-	-	-	0,0241	-	-	-	-	-			
			SP (TEST)		<0,0001	0,0163	0,3285	-	-	-	0,3072	-	-	-	-	-			
SP (BAU)			Basis-Mitte		-	-	-	-	0,0123	0,3123	-	-	0,7564	0,9964	-	-			
			Basis-Spitze		-	-	-	-	<0,0001	<0,0001	-	-	<0,0001	<0,0001	-	-			
			Mitte-Spitze		-	-	-	-	<0,0001	<0,0001	-	-	<0,0001	<0,0001	-	-			
			Basis-Mitte		-	-	-	-	0,6668	0,9998	-	-	0,1058	0,9999	-	-			
			Basis-Spitze		-	-	-	-	<0,0001	0,0909	-	-	<0,0001	0,0855	-	-			
SP (TEST-BAU)			Mitte-Spitze		-	-	-	-	<0,0001	0,0496	-	-	<0,0001	0,1305	-	-			
			Basis-Basis		-	-	-	-	1,0000	0,9998	-	-	0,1156	1,0000	-	-			
			Mitte-Mitte		-	-	-	-	0,0002	0,3123	-	-	<0,0001	0,9995	-	-			
			Spitze-Spitze		-	-	-	-	<0,0001	0,0001	-	-	<0,0001	0,0144	-	-			
			Signifikant bei alpha < 5 %		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Abb. 3 Tagesverlauf der mittleren relativen Luftfeuchte in den Varianten TEST und BAU am 07.05.2021 (a) und 19.05.2021 (b) in Schwarzen Johannisbeeren am Standort Weggun

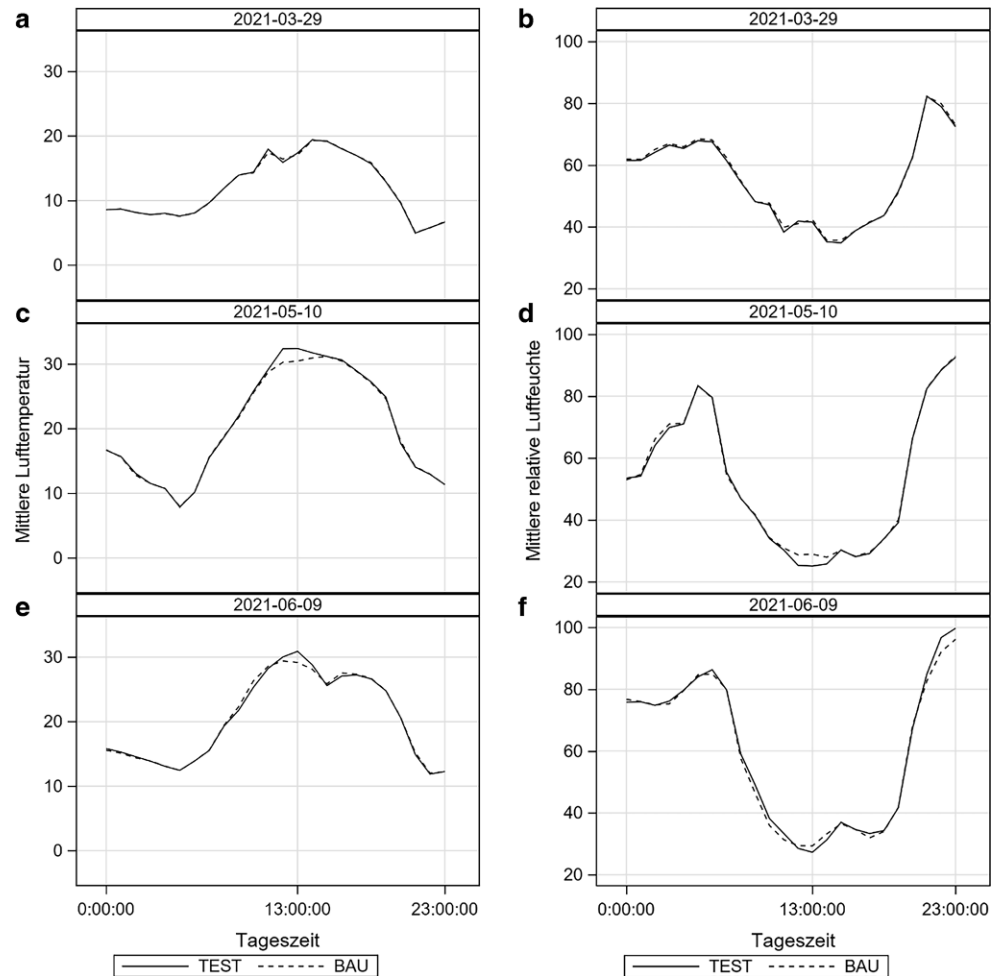


topsbindung von Insekten die Temperaturen verschiedener Vegetationsstrukturen eine entscheidende Rolle auf deren Entwicklungszyklus spielen. Untersuchungen von Bruckhaus (1992) und Van Wingerden (1992) zur Larvenentwicklung von Heuschrecken zeigen, dass je niedriger und lichter die Vegetationsdecke ist, desto höher sind die Bodentemperaturen und desto eher schlüpfen die Larven (Bruckhaus 1992; Van Wingerden et al. 1992). Die Strahlungsintensität, die den Boden erreicht, nimmt mit zunehmender Dichte der Vegetationsdecke durch die Abschattung ab (Häkel 2021; Trattnig 1992; Enders 1980). Das erklärt die in der Variante BAU mit dichterem Fahrgassenbestand verhältnismäßig geringen Temperaturen. Der hohe Luftanteil im lockeren Grasgefüge stellt einen schlechten Wärmeleiter dar und führt somit vermutlich zu einer verringerten Wärmeaufnahme der Bodenoberfläche. Die Untersuchungen von Parlow et al. (2011) und Köstner (2021) zeigen, dass die aus dem Strahlungshaushalt gewonnene Energie bei unbewachsenen Oberflächen insbesondere für den Wärmestrom genutzt wird und bei begrünten Flächen vor allem für Verdunstungsprozesse zur Verfügung steht (Köstner 2021; Par-

low et al. 2011). So stellte Köstner (2021) bei einem bewachsenen Boden eine Oberflächentemperatur von 27 °C bis 36 °C und zeitgleich bei offenen Grasnarben von bis zu 52,6 °C fest (Köstner 2021). Durch das kontinuierliche Kurzhalten der Fahrgassen sind zum Teil Lücken in der Grasnarbe entstanden, wodurch zum einen der Energieumsatz näher an der Bodenoberfläche stattfindet. Zum anderen führt der kurze und teils lückenhafte Fahrgassenbestand zu einer geringeren Photosyntheseleistung und damit zu geringeren Transpirations- und Abkühlungseffekten. Der Verlust der dichten Habitatstruktur verstärkt somit die Temperaturschwankungen und Windeinwirkung am Boden, wodurch die Feuchtigkeit in der Variante TEST schlechter von der spärlicheren Vegetation gepuffert werden kann (Griching 2002; Bosshard et al. 1988; Häkel 2021).

Mit den Untersuchungen galt es weiterhin zu prüfen, ob eine Interaktion zwischen den Faktoren Mahdfrequenz und Sensorposition im Busch stattfindet und welche Bereiche im Busch durch das häufigere Mähen mikroklimatisch am stärksten beeinflusst werden. Die mittleren Lufttemperaturen variieren in der Variante TEST am 07.05.2021 zwischen

Abb. 4 Tagesverlauf der mittleren Lufttemperatur (*links*) und mittleren relativen Luftfeuchte RH (*rechts*) für die Varianten TEST und BAU für den 29.03.2021 (**a, b**), 10.05.2021 (**c, d**), 09.06.2021 (**e, f**), in Schwarzen Johannisbeeren am Standort Schöneiche



–1,41 °C und 14,32 °C und am 19.05.2021 zwischen 3,74 °C und 23,64 °C. Die praxisübliche Variante (BAU) zeigt ähnliche Spannweiten, am 07.05.2021 Werte zwischen –1,49 °C und 13,19 °C und am 19.05.2021 zwischen 3,56 °C und 24,17 °C. Die Lufttemperaturen an den drei Sensorpositionen („Buschbasis“, „Buschmitte“ und „Buschspitze“) weisen in den Demonstrationsparzellen in Weggun zwischen 19:00 Uhr und 7:00 Uhr an der Buschbasis die niedrigsten und an der Buschspitze die höchsten mittleren Temperaturen auf (Abb. 2). Bis zu den Morgenstunden gleichen sich die Temperaturen der drei Sensorpositionen im Busch an. Zwischen 08:00 und 18:00 Uhr kehrt sich der Effekt um. Am Boden (Buschbasis) liegen in dieser Zeit tendenziell die höchsten und an der Buschspitze die niedrigsten Temperaturen. Ein Grund könnte in der verstärkten Transpiration, aufgrund der höheren Absorption von Strahlung in den oberen Buschbereichen liegen, was wiederum zu einem erhöhten Kühlungseffekt führt (Häckel 2021; Abb. 2). Eine höhere Mahdfrequenz beeinflusst die Lufttemperatur-Unterschiede zwischen den einzelnen Sensorpositionen zu den untersuchten Zeitpunkten nicht (Tab. 2).

Die Ergebnisse in Tab. 3 zu den relativen Luftfeuchte-Messungen weisen am 07.05.2021 und 19.05.2021 zu fast allen untersuchten Zeitpunkten signifikante Unterschiede auf. Die mittlere relative Luftfeuchte ist in der Variante TEST verglichen mit der Variante BAU geringer. Das Minimum ist am frühen Morgen (Stunde 5) 1,44 % bzw. 1,17 % und steigt dann wieder an bis zum Nachmittag, wo an Stunde 16 das Differenzmaxima von 3,76 % bzw. 3,69 % beobachtet wurde (Tab. 3). Am 07.05.2021 und 19.05.2021 haben die geringen Niederschlagsereignisse mit 1,80 mm bzw. 0 mm pro Tag zu keiner nennenswerten Durchfeuchtung der Bodenoberfläche geführt, wodurch die Evaporationseffekte hier vermutlich eine untergeordnete Rolle spielten.

Die mittlere relative Luftfeuchte am 07.05.2021 und 19.05.2021 liegt in der Variante TEST zwischen 52,60 % bzw. 36,40 % und jeweils 100 % und bei praxisüblicher Pflege (BAU) zwischen 53,20 % bzw. 37,20 % und jeweils 100 % (Abb. 3a, b).

Die Luftfeuchtwerte in den einzelnen Buschpositionen laufen konträr zur Lufttemperatur. Hier finden sich besonders in den Nachtstunden (Stunde 0 und 5) die niedrigsten Werte an der Buschspitze. Sowohl am 07.05.2021 als auch

Tab. 4 Mittlere Lufttemperatur und relative Luftfeuchte in Abhängigkeit der Varianten (TEST, BAU) in Schwarzen Johannisbeeren in den Stunden 0 (0 bis 1 Uhr), 5 (5 bis 6 Uhr), 13 (13 bis 14 Uhr) und 16 (16 bis 17 Uhr) am Standort Schöneiche

Standort			Schöneiche							
Datum			29.03.2021							
Stunde			0		5		13		16	
Variante		Position	°C	RH	°C	RH	°C	RH	°C	RH
MW	TEST	Basis	8,58	61,52	7,60	67,94	17,37	41,58	18,09	38,71
	BAU		8,57	61,95	7,56	68,52	17,13	42,28	18,07	38,76
Mittlere Diff. TEST-BAU			0,01	−0,42	0,04	−0,58	0,25	−0,70	0,02	−0,05
Typ-III Anova			0,999	0,057	0,871	0,439	0,681	0,631	0,940	0,898
Datum			10.05.2021							
Stunde			0		5		13		16	
Variante		Position	°C	RH	°C	RH	°C	RH	°C	RH
MW	TEST	Basis	16,66	53,50	7,86	83,40	32,44	25,14	30,68	28,18
	BAU		16,72	52,94	7,95	83,49	30,48	28,99	30,49	28,30
Mittlere Diff. TEST-BAU			−0,06	0,56	−0,09	−0,08	1,96	−3,85	0,19	−0,12
Typ-III Anova			0,668	0,347	0,659	0,997	< 0,0001	< 0,0001	0,227	0,735
Datum			09.06.2021							
Stunde			0		5		13		16	
Variante		Position	°C	RH	°C	RH	°C	RH	°C	RH
MW	TEST	Basis	15,82	75,92	12,47	84,18	30,90	27,28	27,17	34,49
	BAU		15,57	76,80	12,46	84,66	29,21	29,52	27,54	35,06
Mittlere Diff. TEST-BAU			0,25	−0,88	0,01	−0,47	1,70	−2,24	−0,37	−0,57
Typ-III Anova			0,003	0,437	0,849	0,577	0,001	0,034	0,482	0,709

Signifikant bei $\alpha < 5\%$

am 19.05.2021 findet sich am Boden (Buschbasis) eine um 7,28 % bzw. 9,85 % (TEST) und 3,78 % bzw. 4,9 % (BAU) höhere relative Luftfeuchte als an der Buschspitze (Tab. 3). Die relative Luftfeuchte ist abhängig von der Lufttemperatur, da die Fähigkeit der Luft, Wasserdampf aufzunehmen, mit steigender Lufttemperatur zunimmt (Häckel 2021). Die Ergebnisse zeigen, dass die geringere Temperatur mit der niedrigeren Luftfeuchte korrespondiert. Am 07.05.2021 und 19.05.2021 zeigt sich zur Stunde 0 außerdem, dass der Faktor Mahdfrequenz mit dem Faktor Sensorposition interagiert, sodass eine häufigere Mahd ausschließlich in den Bereichen Buschmitte und Buschspitze zu einer niedrigeren relativen Luftfeuchte führt. Zur Stunde 5 ist eine höhere relative Luftfeuchte bei praxisüblicher Pflege (BAU) ausschließlich in der Buschspitze zu verzeichnen.

Ogleich die oberen Buschschichten aufgrund der höheren Temperatur mehr verdunsten als die unteren, nimmt die relative Luftfeuchte mit zunehmender Höhe ab. Der windbedingte Austausch könnte die Ursache dafür sein (Häckel 2021).

Einfluss der Mahdfrequenz auf die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchte am Standort Schöneiche

Am Standort Schöneiche dient der 29.03.2021 als Kontrolltermin, bis zu dem keine Unterschiede in der Pflege zwi-

schen beiden Varianten gemacht wurden und der Fahrgassenbestand die gleiche Pflanzenhöhe aufwies. Wie Abb. 4 verdeutlicht, können zum Kontrolltermin keine Unterschiede in den Ergebnissen der Mikroklima-Messungen zwischen den Varianten TEST und BAU festgestellt werden. Mit darauffolgender Implementierung der erhöhten Mahdfrequenz in der Variante TEST zeigen sich am 10.05.2021 und 09.06.2021 um die Mittagszeit signifikante Unterschiede in der Lufttemperatur und relativen Luftfeuchte (Abb. 4).

Wie aus Tab. 4 zu ersehen, war insbesondere zur Stunde 13 die mittlere Lufttemperatur in der TEST-Variante signifikant höher im Vergleich zur Variante BAU mit einer Differenz von 1,96 °C bzw. 1,7 °C. Die mittlere relative Luftfeuchte ist zu diesem Zeitpunkt in der TEST-Variante um 3,85 % bzw. 2,24 % niedriger als in der BAU-Variante. Bei beiden Untersuchungsterminen am 10.05.2021 und 09.06.2021 sowie am Kontrolltermin am 29.03.2021 wurde die höchste tägliche Strahlung mit 842 W/m² bzw. 927 W/m² bzw. 603 W/m² in Stunde 13 gemessen. Die Ergebnisse von Guenther (2005) zeigen, dass mit zunehmender Pflanzenentwicklung bei gleicher Strahlungsenergiezufuhr die Evapotranspiration der Pflanzenbestände zunimmt (Guenther 2005). Die dichtere und höhere Grasentwicklung in der praxisüblichen Variante (BAU) führt vermutlich zu einer höheren relativen Luftfeuchte als in Variante TEST. Wie beim Standort Weggun scheint der steile Einfallswinkel

der Sonne zur Mittagszeit und die damit verbundene maximale Globalstrahlung zu einer stärkeren Bodenoberflächenwärmung in der Variante TEST zu führen. Untersuchungen von Bosshard et al. (1988) zu den zusammenhängenden Wirkungsbeziehungen von verschiedenen Versuchsflächen und deren Bewirtschaftungsart ergaben, dass sich im und über den Boden bei brachen Flächen eine niedrigere mittlere Lufttemperatur einstellte als bei den geschnittenen Flächen. Dies hängt laut den Autoren mit der Streudecke in den Brachflächen zusammen, die zu einer Isolation des Bodens und somit zu einer verlangsamten Bodenerwärmung führen (Bosshard et al. 1988). Durch die dichtere Vegetationsdecke in der Variante BAU führt die Abschattung des Bodens vermutlich zu einer niedrigeren mittleren Lufttemperatur. Juhasz et al. (2011) stellten bei ihren Temperaturmessungen in 1 m Höhe über unbewachsenem Boden und in Apfelplantagen fest, dass sich mit Rückgang der gemessenen Globalstrahlung auch die Temperaturen in beiden Versuchsvarianten anglichen (Juhasz et al. 2011). Zu den anderen untersuchten Stunden konnten nach Implementierung der veränderten Mahdfrequenz keine Unterschiede verzeichnet werden. Lediglich wurde am 09.06.2021 zur Stunde 0 in der Variante TEST eine um 0,25 °C signifikant höhere Temperatur im Vergleich zur Variante BAU verzeichnet. An keinem der untersuchten Tage am Standort Schöneiche fanden Niederschlagsereignisse statt.

Schlussfolgerung

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass mit einem kontinuierlichen Kurzhalten der Fahrgassen eine nachweisbare Beeinflussung auf die bodennahe Lufttemperatur und Luftfeuchte stattfindet. In unseren Untersuchungen zeigte sich, dass dieser Effekt deutlicher auf der Plantage in Weggun mit einem geringeren Reihenabstand auftrat. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass die Plantagenstruktur die Auswirkungen einer veränderten Pflegefrequenz verstärken. Vor allem in der Breite der Fahrgassen und in der Größe der Büsche unterscheiden sich beide Standorte, wobei in Weggun die Fahrgassenbreite 2 m und die in Schöneiche 3 m beträgt. Die Büsche am Standort Schöneiche sind mit 2 m fast doppelt so hoch wie die Büsche am Standort Weggun mit 1,2 m Höhe. Die breiteren Fahrgassen fördern eine geringere Abbremsung des Windes und somit eine bessere Durchlüftung im Bestand (Häckel 2021).

Bei den Untersuchungen zum Einfluss der Sensorposition am Standort Weggun zeigen sich unabhängig vom Faktor Mahdfrequenz nachts an der Buschbasis geringere Temperaturen als in der Buschmitte und Buschspitze, vermutlich durch das Absinken der Kaltluft, welche sich an der Bestandsoberfläche bildet (Häckel 2021; Enders 1980). Tagsüber kehrt sich dieser Effekt um. Eine höhere Mahd-

frequenz beeinflusst die Lufttemperatur-Unterschiede zwischen den einzelnen Sensorpositionen zu den untersuchten Zeitpunkten nicht. Die Luftfeuchtwerte in den einzelnen Buschpositionen laufen konträr zur Lufttemperatur. Eine häufigere Mahd scheint in der Nacht ausschließlich in den oberen Bereichen des Busches zu einer niedrigeren relativen Luftfeuchte zu führen als bei praxisüblicher Pflegefrequenz.

Bei den vorliegenden Untersuchungen handelt es sich um On-Farm-Experimente. Trotz der erschwerten Versuchsbedingungen konnten maximale Unterschiede in der mittleren Lufttemperatur von 1,14 °C (Standort Weggun) bzw. 1,96 °C (Standort Schöneiche) sowie maximale mittlere relative Luftfeuchtedifferenzen von 3,69 % (Standort Weggun) bzw. 3,90 % (Standort Schöneiche) zwischen den Varianten TEST und BAU festgestellt werden. Dabei wurde bei höherer Mahdfrequenz in der Variante TEST signifikant höhere mittleren Lufttemperaturen im Vergleich zur praxisüblichen Pflege beobachtet, wohingegen die mittlere relative Luftfeuchte signifikant geringer war. Die Unterschiede waren abhängig vom Zeitpunkt und vom Versuchsstandort. Inwieweit diese Effekte in Strauchbeerenplantagen den Pilzdruck beeinflussen können, muss in weiteren Versuchen geklärt werden. Ebenso, welche Rolle Windreibung, Strahlungshaushalt, aber auch die Wärmeleitfähigkeit von Böden spielen. Bei weiteren Untersuchungen sollten außerdem die Lichtverhältnisse und die photosynthetische Aktivität des Pflanzenbestands näher in den Fokus gerückt werden.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Interessenkonflikt L. Nagler, J. Schweffler, J. Käthner, A. Giebel und E. Kramer geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Bosshard A, Andres F, Stromeyer S, Wohlgemuth T (1988) Wirkung einer kurzfristigen Brache auf das Ökosystem eines anthropogenen Kleinseggenriedes – Folgerungen für den Naturschutz. Ber. Geobot. Inst. ETH, 54, 181–220. https://www.researchgate.net/profile/Andreas-Bosshard/publication/313344083_Wirkung_

- einer_kurzfristigen_Brache_auf_das_Okosystem_eines_anthropogenen_Kleinseggenriedes_-_Folgerungen_fur_den_Naturschutz/links/589642eda6fdcc32dbd99379/Wirkung-einer-kurzfristigen-Brache-auf-das-Oekosystem-eines-anthropogenen-Kleinseggenriedes-Folgerungen-fuer-den-Naturschutz.pdf?origin=publication_detail. Zugegriffen: 7. Juni 2022
- Bruckhaus A (1992) Ergebnisse zur Embryonalentwicklung bei Feldheuschrecken und ihre Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz. *Articulata Beiheft* 2: 1–115. https://dgfo-articulata.de/articulata/inhalt/beiheft_2. Zugegriffen: 7. Juni 2022
- Bundessortenamt (BSA) (2002) Beschreibende Sortenliste Strauchbeerenobst. Rote Johannisbeere, Schwarze Johannisbeere, Stachelbeere, Jostabeere. https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/BSL/bsl_strauchbeerenobst_2002.pdf. Zugegriffen: 24. Nov. 2021
- Detzel P (1985) Die Auswirkungen der Mahd auf die Heuschreckenfauna von Niedermoorwiesen. *Vergff Naturschutz Landschaftspfll Bad-wuertt* 63:253–258
- Enders G (1980) Die Siedlung als klimatisch differenzierter Lebensraum. *Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)* 4:104–110. https://www.zobodat.at/pdf/Ber-Bayer-Akad-f-Natursch-u-Landschaftspfll_4_1980_0104-0110.pdf. Zugegriffen: 30. Nov. 2021
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) (2004) Biologischer Anbau von Strauchbeeren. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1313-strauchbeeren.pdf>. Zugegriffen: 24. Nov. 2021
- Grichting S (2002) Heuschrecken (Orthoptera) von Trockensteppen und extensiv bewirtschafteten Wiesen im Pfynwald (VS, Schweiz). Bern. http://www.parc.ch/npf/pdf_public/2014/30491_20141107_083216_MA_GrichtingStefan_2002.pdf. Zugegriffen: 7. Juni 2022
- Guenther R (2005) Zum Verhältnis von Strahlungsenergie und Verdunstung, in 11. Gumpensteiner Lysimetertagung. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Irdning: Raumberg/Gumpenstein. p. 37–40. https://raumberg-gumpenstein.at/jdownloads/Tagungen/Lysimetertagung/Lysimetertagung_2005/21_2005_guenther.pdf. Zugegriffen: 8. Juni 2022
- Häkel H (2021) Meteorologie, 9. Aufl. UTB, Stuttgart
- Hiller D, Betz O (2014) Auswirkung städtischer Mahdkonzepte auf Heuschrecken, NuL 46 (8): 241–246. https://www.researchgate.net/profile/Oliver-Betz-4/publication/265641371_Auswirkungen_verschiedener_Mahdkonzepte_auf_die_Heuschreckenfauna_stadtischer_Grunflachen_Untersuchungen_auf_Grunflachen_in_Tubingen/links/5a6b6c62aca2725b1c1e6660/Auswirkungen-verschiedener-Mahdkonzepte-auf-die-Heuschreckenfauna-staedtischer-Gruenflaechen-Untersuchungen-auf-Gruenflaechen-in-Tuebingen.pdf?origin=publication_detail. Zugegriffen: 7. Juni 2022
- Holb II, Scherm H (2007) Temporal dynamics of brown rot in different apple management systems and importance of dropped fruit for disease development. *Phytopathology* 97(9):1104–1111. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-9-1104>
- Horton DR, Broers DA, Lewis RR, Granatstein D, Richard SZ, Unruh TR, Moldenke AR, Brown JJ (2002) Effects of mowing frequency on densities of natural enemies in three Pacific Northwest pear orchards. *Entomol Exp Appl* 106:135–145. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2003.00018.x>
- Juhász A, Sepsi P, Tökei L (2011) Micrometeorological measurements in orchard and above bare soil. <http://www.acta.sapientia.ro/acta-agrenv/C3/Agrenv3-6.pdf>. Zugegriffen: 9. Dez. 2021
- Kaldmäe H, Kikas A, Arus L, Libek A-V (2013) Genotype and microclimate conditions influence ripening pattern and quality of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) fruit. *Zemdirbyste-Agriculture* 100(2):167–174. <https://doi.org/10.13080/z-a.2013.100.021>
- Köstner B (2021) Gelände- und Mikroklima im Weinberg. https://tu-freiberg.de/sites/default/files/media/institut-fuer-biowissenschaften-10447/ag_biologie/BIODIVINA/BM1/biodivina_gelaende-_und_mikroklima_im_weinberg.pdf. Zugegriffen: 14. Dez. 2021
- Kühne S, Freier B, Friedrich B (2012) Nützlinge in Feld und Flur, 3. Aufl. (AID) infodienst Ernährung Landwirtschaft Verbraucher-schutz, Bonn
- Marliac G, Simon S, Mazzia C, Penvern S, Lescourret F, Capowiez Y (2015) Increased grass cover height in the alleys of apple orchards does not promote *Cydia pomonella* biocontrol. *BioControl* 60:805–815
- Parlow E, Kleiber T, Vogt R (2011) Verbesserung des Stadtklimas durch Stadtbegrünung? *Regio Basiliensis* 52:17–27. https://www.researchgate.net/publication/236271601_Verbesserung_des_Stadtklimas_durch_Stadtbegrünung/link/569cf1e808ae2e9667ec4e52/download. Zugegriffen: 14. Dez. 2021
- Pfeiffer D, Mäder R (2021) Demeter Betriebsmittelliste 2021 für Deutschland. https://www.demeter.de/sites/default/files/richtlinien/richtlinien_betriebsmittelliste.pdf. Zugegriffen: 15. Dez. 2021
- Van de Poel D, Zehm A (2014) Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen – Eine Literaturauswertung für den Naturschutz. – *ANLiegen Natur* 36 (2): 36–51. https://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an36208van_de_poel_et_al_2014_mahd.pdf. Zugegriffen: 7. Juni 2022
- Riemens M, Allema BJ-B, van Apeldoorn D, Bai Y (2021) The future of crop protection in Europe. Appendix 1-Overview of current and emerging crop protection practices. European Parliament.
- Santoemma G, Tonina L, Marini L, Duso C, Mori N (2020) Integrated management of *Drosophila suzukii* in sweet cherry orchards. *Entomol Gen* 40(3):297–305. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2020/0947>
- Schmid A (2003) Strauchbeeren ökologisch angebaut, 1. Aufl. Bioland, Mainz
- Trattnig U (1992) Raupen Bestandsanalyse (Insecta, Lepidoptera) in einschürigen und ungemähten Wiesen unter Berücksichtigung der Mikroklimata. *Nota lepidopterologica* 4: 86–96. https://www.zobodat.at/pdf/Nota-lepidopterologica_Supp_4_0086-0096.pdf. Zugegriffen: 30. Nov. 2021
- Van Wingerden W, Kreveld A V, Bongers W (1992) Analysis of species composition and abundance of grasshoppers (Orth., Acrididae) in natural and fertilized grasslands. *Journal of Applied Entomology* 113(1–5):138–152
- Walker GP, Viola R, Woodhead M, Jorgensen L-S, Brennan M-R, Hancock D-R (2010) Ascorbic acid content of blackcurrant fruit is influenced by both genetic and environmental factors. *Functional Plant Science and Biotechnology* 4: 40–52. http://archive.northsearegion.eu/files/repository/20131027214425_UK-Enclosures28.pdf. Zugegriffen: 25. Nov. 2021
- Woznicki TL, Heide OM, Sønsteby A, Wold A-B, Remberg SF (2015) Yield and fruit quality of black currant (*Ribes nigrum* L.) are favoured by precipitation and cool summer conditions. *Acta Agric Scand Sect B Soil Plant Sci* 65(8):702–712. <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1052093>
- Xu X, Robinson D-J, Berrie M-A (2009) Infection of blackcurrant leaves by *drepanopeziza ribis* in relation to weather conditions and leaf position. *J Phytopathol* 157(5):280–286. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2008.01488.x>