

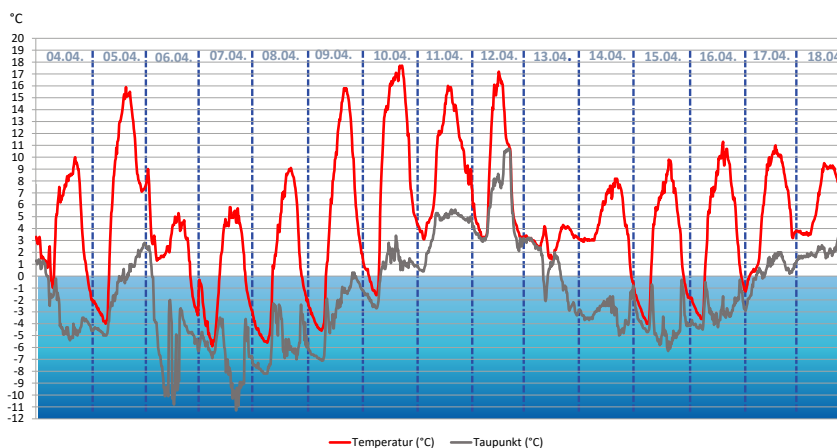
Dr. Leonhard Steinbauer

# Windmaschine versus Frostberegnung bei den Spätfrost-einsätzen im Frühjahr 2021



Im April 2021 gab es am Versuchsstandort Haidegg neun Nächte mit Spätfrostereignissen (Grafik 1). Außergewöhnlich waren in diesem Jahr die tiefen Taupunkte – minus 11 Grad Celsius!!! – am 6. und 7. April 2021. In der ersten Frostnacht war weder der Einsatz der Frostberegnung noch der Einsatz der Windmaschine möglich, denn es gab ein sehr ungünstiges Windgeschehen.

Auch am 7. April war es nicht möglich, die Frostberegnung in Betrieb zu nehmen, da laut Prognose die Feuchttemperatur den ganzen folgenden Tag im Minusbereich bleiben sollte; diese Vorhersage ist in der Tat eingetreten (Grafik 2).

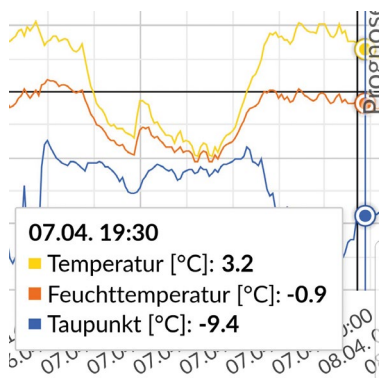


Grafik 1 - Frostnächte in Haidegg im Jahr 2021

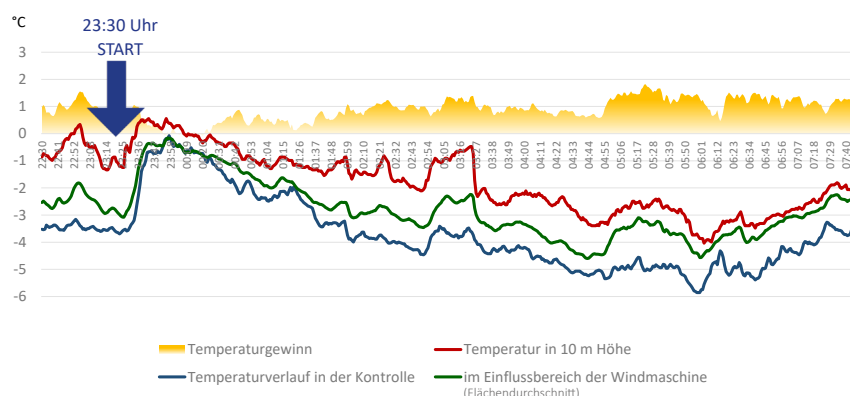
Auch der Betriebserfolg mit der Windma-

schine hielt sich windbedingt in Grenzen (siehe Grafik 3). Windspitzen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 48 Kilometer pro Stunde sorgten von Mitternacht bis zwei Uhr für die massive Verwirbelung

der Luftschichten; auf der bewindeten Fläche gab es deshalb nur ein Plus von etwa 0,5° Celsius. Langsam ging die Windgeschwindigkeit auf etwa 8 Kilometer pro Stunde zurück und erst ab fünf Uhr morgens konnten bei annähernder Windstille Temperaturgewinne von plus 1,5° Celsius erreicht werden.

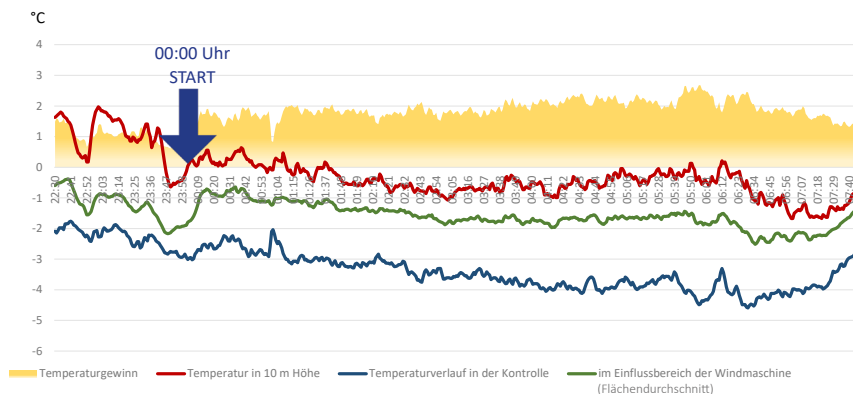


Grafik 2 - Verlauf der Feuchttemperatur am 7.4.2021 tagsüber



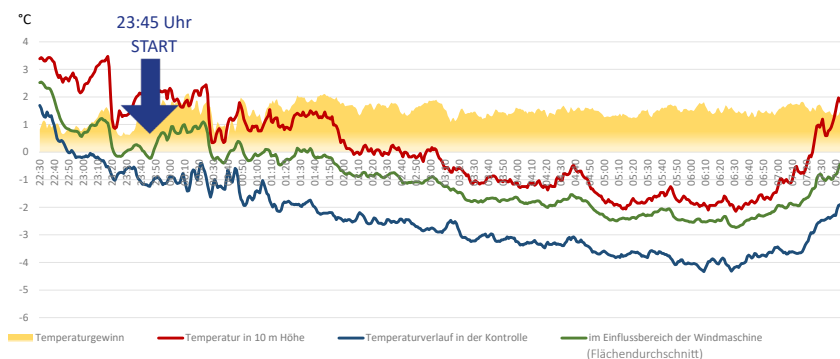
Grafik 3 - Einsatz der Windmaschine vom 6.4. - 7.4.2021

Als positivstes Beispiel in der Frostbekämpfungssaison 2021 präsentierte sich der Morgen des 9. April. Eine mittlere Geschwindigkeit aller aufgetretenen Windstöße von maximal 5 Kilometer pro Stunde ermöglichte einen Temperaturgewinn auf der Fläche von etwa 2° Celsius. Die Temperaturen auf der, durch die Windmaschine geschützten Fläche sanken niemals unter minus 2° Celsius (Grafik 4). Das phänologische Entwicklungsstadium bei den Äpfeln war „Rote Knospe“, weshalb die Wirkung der Bekämpfungsmaßnahme jedenfalls ausreichte.



Grafik 4 – Einsatz der Windmaschine vom 8.4. – 9.4.2021

Am Morgen des 15. April 2021 zerstörten Windböen mit Maximalgeschwindigkeiten in einer Höhe von 34 Kilometer pro Stunde gegen 00.30 Uhr die Luftschichtung (Grafik 5). Sowohl die Temperatur in 10 Meter Höhe, als auch die Temperaturen auf der geschützten Fläche sanken plötzlich ab. Im Gegenzug dazu stabilisierte sich die Temperatur an den Kontrollpunkten, weil der Wind auch die kalte bodennahe Luftschicht verfrachtet hat. Danach wurde es windstill und eine Schichtung konnte sich aufbauen. Der Temperaturgewinn auf der geschützten Fläche lag bei 1,5° bis 2° Celsius, die Minimaltemperaturen gingen nicht unter minus 2,5° Celsius. Dagegen sank die Temperatur an den Kontrollpunkten im Durchschnitt bis auf minus 4° Celsius.



Grafik 5 – Einsatz der Windmaschine vom 14.4. – 15.4.2021

Für den Betrieb der Windmaschine werden knapp 20 Liter Diesel in der Stunde benötigt. Umgerechnet auf ein Hektar Obstanlage sind das im Idealfall bei maximal 7 Hektar geschützter Fläche 3 Liter Diesel je Stunde; für unsere Anlage

mit vier Hektar Größe werden demnach 5 Liter Diesel je Hektar und Stunde benötigt. Der exakte Startpunkt für die Bewindung ergibt sich aus dem Entwicklungsstadium und kann unter Umständen bei minus 2° oder minus 3° Celsius Lufttemperatur liegen.

Für den Start steht auch eine Automatikfunktion zur Verfügung, die den Motor bei Eintreten einer voreingestellten Temperatur startet, einige Minuten warmlaufen lässt und ihn danach auf die Betriebsdrehzahl hochdreht. Beim Überschreiten einer vorgewählten Endtemperatur läuft der Motor etwa drei Minuten nach und stellt sich selbsttätig ab. Diesen Komfort lernt man in den stressigen Zeiten der Frostbekämpfungsnächte zur Blüte wirklich schätzen.

Bei der Frostberegnung hängen die Ein- und Ausschaltzeitpunkte allerdings ausschließlich von



den Feuchttemperaturen ab, um Schäden durch die Verdunstungskälte zu vermeiden. Dieser Umstand bedingt zwangsläufig längere Einsatzzeiten (Tabelle 1); während die Einsatzzeit bei der Windmaschine im Durchschnitt der fünf Vergleichsnächte bei acht Stunden gelegen ist, waren es bei der Frostberegnung im Mittel 11,3 Stunden pro Nacht. Das ist ein Plus von über 40 Prozent bei den Betriebszeiten zum Nachteil der Frostberegnung. Im Frühjahr 2021 wurden 250 Liter Diesel und 2 1/4 Millionen Liter Wasser je Hektar für die fünf Frostberegnungsnächte verbraucht! Gott sei Dank hatten wir einen trockenen Winter 2020/2021, weshalb nur geringe Staunässeschäden aufgetreten sind.

Tabelle 1: Einsatzzeitenvergleich Frostberegnung und Windmaschine

Monat	Frostnacht	Windmaschine		Frostberegnung	
		von - bis	Stunden	von - bis	Stunden
April	07. auf 08.	23:30 - 08:15	8,75	20:30 - 10:00	13,50
April	08. auf 09.	00:00 - 08:15	8,25	20:40 - 09:10	12,50
April	14. auf 15.	23:45 - 08:00	8,25	22:30 - 08:30	10,00
April	15. auf 16.	23:30 - 08:00	8,50	21:00 - 08:30	11,50
April	16. auf 17.	23:15 - 06:00	6,25	22:50 - 07:50	9,00
		Summe:	40,00	Summe:	56,50

Eine weitere wesentliche Beobachtung konnte 2021 im Zusammenhang mit den Nebenwirkungen der Frostbekämpfungsmethoden gemacht werden. In unseren Parzellen mit Frostberegnung sind nach der Blüte massive Probleme mit dem Feuerbrand aufgetreten. Der Grund für den Feuerbrandbefall dürfte zum Ersten wahrscheinlich auf Veränderungen des Mikroklimas zurückzuführen sein, die die Taumengen zur Blüte erhöht haben könnten. Eine zweite Möglichkeit der Erklärung wäre in der Vorbelastung der Blüten durch die oftmalige Vereisung zu suchen.



In den Parzellen mit Frostberegnung kam es zu Feuerbrandbefall

## Zusammenfassung

Nach drei Jahren Frosteinsatz fällt die Bewertung für die Windmaschine als Frostbekämpfungsmaßnahme durchaus positiv aus. Die Temperaturgewinne lagen auf der geschützten Fläche in den Frostjahren 2019, 2020 und 2021 zwischen 1° und 2,5° Celsius. Die maximalen Temperaturgewinne können nur in klassischen Strahlungsfrostnächten ohne Windeinfluss erreicht werden. Mit den möglichen Temperaturgewinnen können abhän-

gig vom jeweiligen Entwicklungsstadium Fröste bis minus 5° Celsius abgewehrt werden. Die für die Betriebsstunde anfallenden Kosten sind die geringsten aller gängigen Frostbekämpfungsverfahren. Durch die Autostartfunktion ist die Methode äußerst komfortabel und wartungsarm.



Die Autostartfunktion der Windmaschine ist äußerst komfortabel, die Temperaturen können voreingestellt werden

Der wesentlichste Nachteil der Windmaschine ist in der Lärmentwicklung zu sehen. Neuerdings gibt es auch 3-flügelige Rotoren, die laut Hersteller leiser sein sollten. Der neue 3er-Rotor und das neue Getriebe sind bereits im zeitigen Frühjahr 2021 nach Haidegg geliefert worden, die dritte Corona-Welle hat den Um- und Einbau bisher verhindert.

Wir hoffen jetzt, dass zu Winterausgang 2022 der Techniker anreisen und den Umbau vornehmen kann. Danach werden wir zeitnahe Versuchsreihen mit Messungen der Lärmentwicklung und der verfügbaren Windleistung starten.