Foto: ESTEBURG

Erfolgreicher Einsatz der Frostschutzberegnung

DR. DIRK KÖPCKE

Die Frostschutzberegnung ist die effektivste Methode zur Spätfrostbekämpfung. Aber sie führt auch immer noch zu Problemen: So kommt es durch die auszubringenden hohen Wassermengen häufig zu Staunässe. Bei Birnen oder auch Kirschen kann eine Überkronenberegnung je nach Sortenanfälligkeit verstärkt zu Pseudomonas-Befall führen. Und auch die ausgebrachte Menge mit pflanzenschädlichem Eisen oder Salz kann problematisch werden. Deshalb sollte möglichst nur so viel Wasser ausgebracht werden, wie für den Schutz der Pflanze notwendig ist. Gleichzeitig muss eine Unterdosierung unbedingt vermieden werden, denn eine Beregnung mit zu wenig Wasser kann mehr Schaden anrichten, als wenn gar nicht beregnet würde. Für eine erfolgreiche Frostschutzberegnung müssen also viele Dinge beachtet werden.

FROSTWARNEINRICHTUNG UND TEMPERATURMESSUNG

Die beste Frostschutzberegnung nützt nichts, wenn der Betreiber über die Notwendigkeit einer Frostschutzmaßnahme nicht informiert wird. Um das sicherzustellen gibt es Frostwarnstationen. Häufig handelt es sich dabei um Wetterstationen, die auch für andere Zwecke (z. B. Schorfprognose) genutzt werden können. Sie sollten auf jeden Fall die Trocken- und Feuchttemperatur messen können. Gut ist es auch, wenn die Windgeschwindigkeit ermittelt werden kann. Dabei bestehen hohe technische Anforderungen an die Technik: Sehr wichtig ist eine hohe Messgenauigkeit. Die Temperatursensoren sollten kalibrierbar sein und eine maximale Messungenauigkeit von +/–0,3 °C haben. Mindestens genauso wichtig ist die Funktionssicherheit: Da eine Frostbekämpfung in der Regel zu nachtschlafender Zeit stattfindet, muss das System sicherstellen, dass der Betreiber zuverlässig geweckt wird. Auf der anderen Seite muss die Stromversorgung und eine eng getaktete Datenübermittlung der Warnstation sichergestellt werden. Idealerweise gibt es eine automatische Funktionskontrolle. Meist steht die Station am vermeintlich kältesten Ort des Betriebes und nicht in der Nähe des Wohnhauses, deshalb ist ein Fernzugriff, um z. B. die Warntemperatur einzustellen, sinnvoll. Eine grafische Darstellung der gemessenen Witterungsdaten auf dem PC (oder noch besser auf dem Handy) sowie eine Berechnung des Taupunktes und die Prognose des Temperaturverlaufes sind wünschenswert.

EINSCHALTZEITPUNKT

Die wichtigste Entscheidung fällt schon zu Beginn eines Frostereignisses, nämlich die, ob – und wenn ja, bei welcher Temperatur – eingeschaltet wird. Dabei ist die Frostempfindlichkeit der zu schützenden Obstkultur und die aktuell zu erwartende Witterung von entscheidender Bedeutung.

KRITISCHE PFLANZENTEMPERATUR

Die kritische Pflanzentemperatur ist u. a. von der Obstart, der Sorte und dem Vegetationsstadium abhängig. Man richtet sich dabei immer nach der Feuchttemperatur, weil diese die Temperatur der feuchten Knospe am besten abbildet. Berücksichtigen muss man dabei aber, dass die in der Literatur angegebenen Daten nur einen groben Hinweis auf die kritische Pflanzentemperatur geben. Ein hoher Vorjahresertrag kann einen negativen Einfluss auf die Blühstärke und Blütenknospenqualität und damit auf die Frosthärte im Folgejahr haben. Auch eine schlechte Nährstoffversorgung, insbesondere mit Kalium, kann die Frosthärte der Pflanze herabsetzen. Unter diesen Bedingungen ist ein früheres Einschalten bei höheren Temperaturen als in der Literatur angegeben sinnvoll.

Tab. 1: Latente Energie von Wasser

Prozess	Energie
Abkühlung oder Erwärmung von Wasser	± 4,2 $J\,g^{-1}\,K^{-1}$
Gefrieren von Wasser oder Tauen von Eis	± 334,5 $J\,g^{-1}$
Abkühlung oder Erwärmung von Eis	± 2,1 $J\,g^{-1}\,K^{-1}$
Phasenübergang Wasserdampf zu Wasser (Kondensation, Taubildung) oder umgekehrt (Verdunstung)	± 2501,0 $J\,g^{-1}$
Phasenübergang Wasserdampf zu Eis (Reifbildung) oder umgekehrt (Sublimation)	± 2835,5 $J\,g^{-1}$

WITTERUNGSBEDINGUNGEN UND BODENEIGENSCHAFTEN

Die Witterungsbedingungen in einer Frostnacht sind entscheidend für die Wirksamkeit der Beregnung. Wärmeenergie geht der Pflanze im Wesentlichen verloren durch die Abstrahlung an die Umgebung und den Himmel sowie durch Konvektion, also Zufuhr kälterer Luftmassen (Wind). Die Abstrahlung ist maximal bei klarem, wolkenlosem Himmel, denn Wolken hemmen diese Wärmeabstrahlung und reduzieren so die Energieverluste (Carport-Effekt).

Der Boden kann seine am Tag aufgenommene Wärme nachts durch Wärmeleitung und -strahlung an die Pflanze abgeben. Die Speichermenge hängt, wegen der hohen Wärmekapazität von Wasser, im Wesentlichen von der Bodenfeuchtigkeit ab (s. Tab. 1). Pflanzenbewuchs und ein hohes Bodenluftvolumen wirken isolierend und behindern so die Wärmeabgabe des Bodens an die Pflanze.

Wenn die Beregnung eingeschaltet wird, ist die zu schützende Pflanze anfangs noch

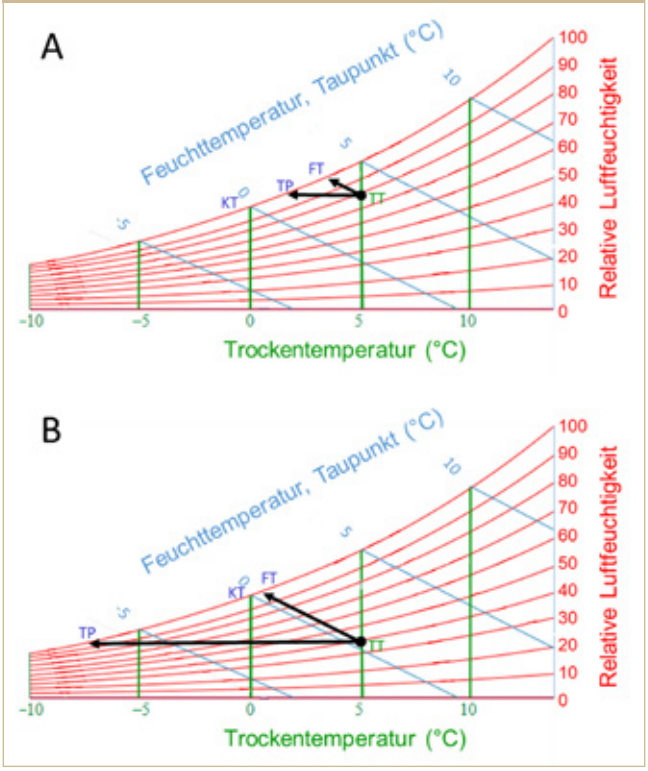
nicht gleichmäßig mit Wasser bedeckt. Nicht selten geht der Obstkultur dann mehr Wärmeenergie durch Wärmestrahlung und Konvektion (auch in Form von latenter Wärmeenergie durch Verdunstung bzw. Sublimation des Wassers oder Eises) verloren, als durch den Gefrierprozess nachgeliefert wird (s. Tab. 1). Dadurch kann die Knospentemperatur unter die kritische Pflanzentemperatur fallen. Diese Abfuhr an latenter Wärmeenergie hängt im Wesentlichen von der Luftfeuchtigkeit und von der Windgeschwindigkeit ab. Je trockener die Luft bzw. je größer ihr Sättigungsdefizit ist, desto mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen und desto mehr latente Wärme kann der Umgebung und damit der Obstkultur entzogen werden.

Das Sättigungsdefizit lässt sich aus Trocken- und Feuchttemperatur berechnen. Je größer der Abstand zwischen diesen Temperaturen ist, desto größer ist das Sättigungsdefizit und desto größer die potenziellen Wärmeverluste.

Der Taupunkt gibt Hinweise über den Temperaturverlauf, denn nachts kühlt die Luft und das enthaltene Wasser relativ schnell ab, weil nur die Luft und der enthaltene Wasserdampf abgekühlt werden müssen. Sobald aber der Taupunkt erreicht ist, muss auch die latent gespeicherte Energie für Tau- bzw. Reifbildung der Umgebung entzogen werden. Das ist relativ energieaufwendig und verlangsamt den Abkühlungsprozess deutlich (s. Tab. 1). Deshalb eignet sich der Taupunkt auch gut, um die Minimumtemperatur in einer Strahlungsnacht vorauszusagen:

- Wenn die kritische Pflanzentemperatur kleiner ist als die Taupunkttemperatur, wird sich schon vor Erreichen der kritischen Temperatur viel Tau oder Raureif bilden. Die Wärme, die bei dieser Tau- oder Reifbildung frei wird, kommt der

Abb. 1: Temperaturbedingungen in einer Nacht mit hohem Taupunkt (A, Taubildung ab ca. 2 °C) oder niedrigem Taupunkt (B, Reifbildung ab ca. – 8 °C) bei gleicher Ausgangstrockentemperatur (FT = Feuchttemperatur, KT = Kritische Temperatur, TP = Taupunkt, TT = Trockentemperatur)



Obstbau-Tipp

Empfehlung zur Schorf- und Mehltauregulierung

Ab dem Stadium „Grüne Knospe" gilt der Schorfbekämpfung im Kernobst größte Aufmerksamkeit. Für eine effektive Kontrolle des Apfelschorfes ist neben einem angepassten Applikationszeitpunkt auch die Produktwahl entscheidend. Mit **Faban®** und **Sercadis®** stehen Ihnen zwei leistungsstarke Schorffungizide zur Verfügung. **Sercadis®** mit dem innovativen und hoch mobilen Wirkstoff Xemium® bietet Ihren Kernobstanlagen zusätzlichen sicheren Schutz gegen Echten Mehltau.

Faban® – Vorteile auf einen Blick

- **Doppelter Schutz durch Dithianon und Pyrimethanil**
- **Zuverlässige Schorfbekämpfung**
- **Temperaturunabhängiger Einsatz**
- **Sehr hohe Regenfestigkeit**

Empfehlung in der kritischen Phase:
Faban® 0,4 l/ha je m KH

Sercadis® – Vorteile auf einen Blick

- **Herausragende Wirksamkeit gegen Schorf und Mehltau**
- **Lange Wirkungsdauer**
- **Sehr hohe Regenfestigkeit**
- **Niedrige Aufwandmenge**

Empfehlung in der kritischen Phase:
Sercadis® 0,1 l/ha je m KH + Delan® WG 0,25 kg/ha je m KH

Hinweis zum Resistenzmanagement:
Sercadis® stets in Tankmischung mit einem Kontaktfungizid einsetzen.

Pflanzenschutzmittel vorsichtig verwenden. Vor Verwendung stets Etikett und Produktinformationen lesen. Warnhinweise und -symbole beachten.

Serviceland
Tel.: 06 21-60-760 00 · Fax: 06 21-60-66-760 00
www.serviceland.basf.de · serviceland@basf.com

Pflanze teilweise zugute. Reifbildung ist also grundsätzlich etwas Gutes, denn der Abkühlungsprozess wird damit deutlich verlangsamt. Wegen der Reifbildung spricht man im englischen Sprachraum auch von „white frost“.

- Ganz anders ist es, wenn der Taupunkt deutlich niedriger ist als die kritische Pflanzentemperatur: Dann kann die Lufttemperatur schnell unter die kritische Temperatur fallen, ohne dass sich Tau oder Reif bildet. Wegen der fehlenden Reifbildung und dem dann in der Folge dunkel verfärbten absterbenden Pflanzengewebe spricht man im Englischen auch von „black frost“.

Die Aussage „Ein hoher Taupunkt ist das beste und billigste Frostschutzmittel“ bringt es also auf den Punkt. In Abb. 1 sind diese beiden Szenarien bei gleicher Ausgangstrockentemperatur von 5 °C in einem HX-Diagramm dargestellt.

- In Abbildung 1A beträgt die aktuelle relative Luftfeuchtigkeit 80 %, woraus sich eine Feuchttemperatur von ca. 4 °C ergibt. Beide Temperaturen liegen eng beieinander. Bereits ab 2 °C ist mit Erreichen des Taupunktes mit einer starken Taubildung und dadurch bedingten langsameren Abkühlung zu rechnen. Ob die im Beispiel angenommene kritische Pflanzentemperatur von 0 °C erreicht oder gar unterschritten wird, ist fraglich.
- In Abbildung 1B ist die Luft mit 40 % deutlich trockener. Die Feuchttemperatur ist mit ca. 0,5 °C wesentlich kleiner als die Trockentemperatur. Der Taupunkt ist mit –8 °C sehr niedrig. Die Temperatur kann bei Windstille und wolkenlosem Himmel extrem schnell fallen und die angenommene kritische Pflanzentemperatur wahrscheinlich deutlich unterschreiten. Die Verluste latenter Wärme durch Verdunstung und Sublimation wären sehr hoch.

Im ersten Beispiel kann man sich also mit dem Einschalten bis kurz vor Erreichen der kritischen Pflanzentemperatur von 0 °C Zeit lassen. Eine Verdunstungskühlung findet kaum statt, weil die Luft durch Erreichen des Taupunktes bereits wassergesättigt ist. Im zweiten Beispiel wäre ein so spätes Einschalten fatal: Die Luftfeuchtigkeit bei Erreichen der kritischen Temperatur ist immer noch mit ca. 60 % sehr niedrig und dadurch sind die Verluste latenter Wärmeenergie durch Verdunstung sehr hoch. Es findet noch keine Tau- oder Reifbildung statt. Hier wäre es ratsam, schon bei einer Feuchttemperatur von deutlich über 0 °C (Trockentemperatur deutlich über 5 °C) einzuschalten, um Frostschäden sicher zu vermeiden.

Tab. 2: Beregnungsrate von Überkronenberegnung in Abhängigkeit von der Minimumtemperatur, Wind- und Regnerumlaufgeschwindigkeit (nach SNYDER et al., 2005)

Minimum-Temperatur	Windgeschwindigkeit	Regnerumlaufgeschwindigkeit 2 U/min	Regnerumlaufgeschwindigkeit 1 U/min
°C	m/s	mm/h	mm/h
-2	**0**	2,0	2,7
-4	**0**	3,3	4,0
-6	**0**	4,6	5,3
-2	**2,5**	3,0	3,7
-4	**2,5**	4,3	5,0
-6	**2,5**	5,6	6,3

Wind bedeutet in einer Frostnacht häufig nichts anderes als den Antransport von trockenen und kalten Luftmassen. Dadurch wird Wärme durch Konvektion abgeführt und es werden die Verluste von latenter Wärmeenergie durch Verdunstung oder Sublimation gesteigert. In Tabelle 2 ist aufgeführt, welche Beregnungsmengen bei welcher Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur nötig sind, um die Pflanzentemperatur über 0 °C zu halten. Bereits bei –4 °C, 2,5 m/s und einer Standardregner-Umlaufgeschwindigkeit von 60 Sekunden müssten 5 mm/h ausgebracht werden, um die Kultur sicher vor Frost zu schützen. Heutige Beregnungsanlagen sind auf 3–4 mm/h ausgelegt und kämen bei mehr als 5 mm/h schon an ihre technischen Grenzen. Dadurch ist auch erklärbar, warum spätestens ab 3 m/s auf eine Beregnung verzichtet werden sollte. Die Verluste an latenter Wärme durch Verdunstung und Sublimation würden die Gewinne durch Erstarrungswärme übersteigen und die Kultur würde eventuell stärker geschädigt, als wenn gar nicht beregnet worden wäre.

Problematisch kann auch die Witterung am Folgetag sein: Wenn am nächsten Tag die Temperatur kaum über 0 °C steigt, kann es passieren, dass sehr lange beregnet werden muss und das Eis bis zum Abend nicht wieder vollständig abtaut. Das ist besonders dann der Fall, wenn tagsüber Wolken aufziehen und die Sonne als Wärmequelle fehlt. Die zu tragende Eislast nimmt in der Folgenacht noch zu, so dass es zu massiven Pflanzenschäden durch Astbruch oder sogar zum Zusammenbruch ganzer Gerüstanlagen kommen kann (s. Foto 1). Deshalb sollte man die Wetterprognose für den Folgetag mit im Blick haben. Sollte das skizzierte Wettergeschehen drohen, ist von einer Beregnung eher abzuraten, insbesondere dann, wenn die kritische Pflanzentemperatur vermutlich nicht oder nur kurzfristig unterschritten wird und größere Frostschäden eher unwahrscheinlich sind.

Die Befahrbarkeit der Anlagen an den Folgetagen sollte keine Rolle spielen, denn geplante Pflanzenschutzmaßnahmen oder

Foto 1: Schäden in einer Obstanlage nach mehrtägiger Beregnung wegen großer Eislast, bedingt durch unzureichende Abtauung am Tag. (Fotos: Köpcke)

Foto 2: Optimal in Eis gehüllter Fruchtast mit gleichmäßiger Eiszapfenbildung.

Foto 3: Frostschutzberegnung mit zu geringer Niederschlagsmenge: Das Eis ist wegen reichlicher Lufteinschlüsse milchig und es bilden sich kaum Eiszapfen.

andere Kulturmaßnahmen verlieren an Bedeutung, wenn es durch fehlenden Frostschutz zu gravierenden Ertrags- und Qualitätsausfällen kommt.

WASSERBEDARF UND EINSPARMÖGLICHKEITEN

Die Summe der Energieverluste durch Ausstrahlung, Konvektion sowie latente Wärmeabfuhr muss durch den Gefrierprozess ausgeglichen werden. Das ist sichergestellt, wenn immer flüssiges Wasser auf dem zu schützenden Pflanzenorgan vorhanden ist. Ob das gewährleistet ist, lässt sich am Eisbild erkennen: Bilden sich Eiszapfen und ist das Eis durchsichtig ohne viel Lufteinschlüsse (s. Foto 2), ist eine ausreichende Wärmefreisetzung normalerweise sichergestellt. Ist das z. B. durch aufkommenden Wind oder zu geringe Niederschlagsmenge nicht der Fall, gefriert das ausgebrachte Wasser schon schlagartig beim Auftreffen auf der Pflanze. Es bilden sich kaum Eiszapfen und das Eis wächst auf dem Holz nach oben. Wegen der vielen eingeschlossenen Luftblasen erscheint das Eis milchig (s. Foto 3). Die Wärmefreisetzung ist nur kurz und die zu schützenden Organe kühlen ab (möglicherweise unter die kritische Temperatur), bis der Regner wieder neues Wasser (und damit neue Wärme) anliefert. Auch die Feuchttemperatur wird bei zu geringer Wärmenachlieferung zeitweise oder sogar dauerhaft in den deutlichen Minusbereich abfallen.

Anzeige

Wollenweberstrasse 22 | D-31303 Burgdorf | T. 05136-92038-0 | www.belchim-agro.de | info-de@belchim.com

Foto 4: Bei Feuchttemperaturen über 0 °C beginnt das Eis zu tauen, es wird trüb und löst sich vom Holz.

Da die Frostwarnstationen häufig in der beregneten Anlage stehen, macht es Sinn, den Temperaturverlauf zu beobachten. Wenn erkannt wird, dass die zur Verfügung gestellte Wärmemenge nicht ausreicht, sollten alle technischen Möglichkeiten ergriffen werden, um die Niederschlagsmenge zu erhöhen. Probleme mit einer zu niedrigen Beregnungsrate lassen sich häufig schon bei der Installation der Beregnungsanlage vermeiden. Dazu gehören unter anderem

- eine ausreichende Pumpenleistung,
- eine gleichmäßige Regnerverteilung mit engeren Abständen im Randbereich und
- Regner, die eine gleichmäßige Verteilung mit einer hohen Umlaufgeschwindigkeit (< 60 s) besitzen.

Wasser sparen beim Betrieb der Frostschutzberegnung ist nur möglich, wenn es gelingt, das Wasser gezielter auf die zu schützenden Pflanzenorgane zu bringen und die Wassermenge dem Wärmebedarf optimal anzupassen. In Tabelle 2 ist dazu die notwendige Wassermenge in Abhängigkeit von der Minimumtemperatur, der Windgeschwindigkeit und der Regnerumlaufgeschwindigkeit dargestellt. Allein eine Erhöhung der Benetzungshäufigkeit von 60 auf 30 Sekunden führt zu einem Einsparpotenzial von bis zu 25 %. Könnte man die Niederschlagsmenge der Minimumtemperatur und der Windgeschwindigkeit genau anpassen, wäre das Einsparpotenziell bei geringem Wärmebedarf noch einmal wesentlich höher. Zusätzlich wird bei Kreisregnern sehr viel Wasser verschwendet, weil auch die Fahrgassen der Obstplantagen mit beregnet werden. Moderne Reihenberegnungssysteme mit Mikrosprinklern versprechen ein nicht unerhebliches Einsparungspotenzial von bis zu 65 %. Allerdings müssen diese Systeme, anders wie bei Standardkreisregnern, bei Plusgraden eingeschaltet werden, damit sie wegen der kleinen Düsen nicht einfrieren. Das kann bei niedriger kritischer Pflanzentemperatur wegen des früheren Einschaltzeitpunktes und damit längeren Laufzeiten sogar zu einem Mehrverbrauch führen. Auch die hohe Windanfälligkeit dieser Systeme ist ein großes Problem.

Mit alternierenden Systemen, also Beregnungsanlagen, bei denen die Regnerleitungen automatisch abwechselnd ein- und ausgeschaltet werden können, kann ebenfalls Wasser gespart werden. Man reduziert relativ einfach die Niederschlagsmenge bei geringem Wärmebedarf. Allerdings muss die Anlage so konzipiert sein, dass bei hohem Wärmebedarf auch ein gleichzeitiger Betrieb aller Leitungen möglich ist. Ansonsten ist die wichtigste Anforderung an die Beregnung, dass ständig flüssiges Wasser auf den zu schützenden Organen vorhanden sein muss, nicht mehr erfüllt. Auch der Wasservorrat muss an dieses Worst-Case-Szenario angepasst sein. Nichts ist schlimmer, als ein Anlagenausfall kurz vor Sonnenaufgang (wenn die Temperatur am niedrigsten ist), nur weil das Wasser nicht reicht. Die Schäden sind dann,

Definitionen der wichtigsten meteorologischen Begriffe bei der Frostschutzberegnung

Trockentemperatur:
Temperatur der bodennahen Atmosphäre (Lufttemperatur), die weder von Sonnenstrahlung noch von Bodenwärme oder Wärmeleitung beeinflusst ist.

Feuchttemperatur:
Ist die tiefste Temperatur, die sich durch Verdunstungskühlung erreichen lässt.

Taupunkt:
Temperatur, bei der der in der Luft enthaltene Wasserdampf beginnt zu kondensieren.

Sättigungsdefizit:
Menge an Wasserdampf, die die Luft noch aufnehmen kann. Es ist abhängig von der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit.

Kritische Pflanzentemperatur:
Feuchttemperatur, bei deren Unterschreitung Frostschäden an der Kulturpflanze eintreten können.

wie oben beschrieben, größer als wenn gar nicht beregnet worden wäre.

AUSSCHALTZEITPUNKT

Ausgeschaltet wird, wenn die Feuchttemperatur außerhalb der beregneten Anlagen die kritische Pflanzentemperatur überschreitet. Bei einer kritischen Pflanzentemperatur von 0 °C ist das der Fall, wenn das Eis taut, also milchig wird und sich leicht vom Holz lösen lässt (s. Foto 4).

Wenn die Vegetationsentwicklung noch weit zurück und die Pflanze noch relativ frostunempfindlich ist, also die kritische Pflanzentemperatur deutlich unter 0°C liegt, könnte auch schon ausgeschaltet werden, wenn die Feuchttemperatur die kritische Pflanzentemperatur überschreitet und ein neuerliches Absinken der Temperatur z. B. durch die aufgehende Sonne unwahrscheinlich ist. Nachts ist dieses Vorgehen riskant, denn wenn wegen durchziehender Wolken die Temperatur nur kurzfristig ansteigt, kann es passieren, dass die Regner einfrieren und bei neuerlichem Absinken der Temperatur die Anlagen nicht wieder gestartet werden können.

Nur in Extremsituationen, wenn durch technische Probleme oder einfach nur durch sehr niedrige Temperaturen Frostschäden nicht ausgeschlossen sind, sollte man bei einem zu erwartenden schnellen morgendlichen Temperaturanstieg durch hohe Sonneneinstrahlung das Ausschalten der Anlage verzögern, damit die gefrorenen Pflanzenorgane durch die Kühlung langsamer und schonender auftauen.

KURZ ZUSAMMENGEFASST

- Die Frostschutzberegnung wird eingeschaltet, bevor die kritische Pflanzentemperatur erreicht ist.
- Liegt der Taupunkt deutlich unterhalb der kritischen Pflanzentemperatur und ist Wind vorhanden, sollte deutlich oberhalb dieser Grenztemperatur eingeschaltet werden.
- Bei Windgeschwindigkeiten über 3 m/s ist auf eine Beregnung zu verzichten.
- Sobald die Anlage in Betrieb ist, muss sichergestellt werden, dass immer ausreichend flüssiges Wasser auf den zu schützenden Pflanzen vorhanden ist.
- Bei zu erwartendem Dauerfrost mit möglichen Schäden durch Ast- oder Gerüstbruch sollte auf eine Beregnung eher verzichtet werden.
- Die Anlage wird ausgeschaltet, wenn die außerhalb der Anlage gemessene Feuchttemperatur die kritische Pflanzentemperatur dauerhaft überschreitet. Das ist spätestens dann der Fall, wenn das Eis durch die aufgehende Sonne zu tauen beginnt und milchig wird.

Dr. Dirk Köpcke, ESTEBURG Obstbauzentrum Jork,
Moorende 53, 21635 Jork,
Tel.: 04162 6016 120, E-Mail:
dirk.koepcke@lwk-niedersachsen.de

Anzeige