



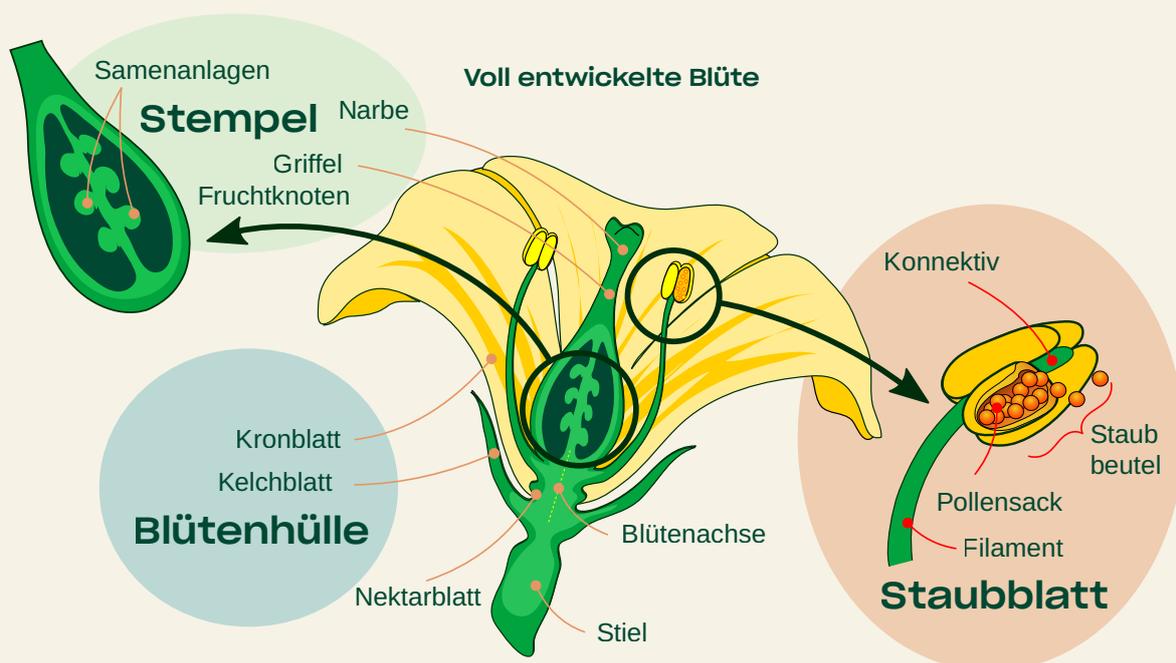
Interaktion von pflanze und bestäuber bei hohen temperaturen

Koppert



Interaktion von Pflanze und Bestäuber bei hohen Temperaturen

Dieser Artikel beschäftigt sich mit der Auswirkung des Klimas (Temperatur, Strahlung, Luftfeuchte) auf Pflanzen, Bestäubung und Hummeln. Die zuverlässige Bestäubung einer Tomatenblüte ist der kritischste Prozess in Bezug auf Fruchtansatz, Ertrag und Qualität. Ungenügend bestäubte Blüten entwickeln sich niemals zu einer hochwertigen Frucht, selbst wenn der Anbauer ein perfektes Klima schafft. Daher sollte der Bestäubung höchste Aufmerksamkeit zukommen. Um eine gute Bestäubung zu erreichen, sind zahlreiche Aspekte zu berücksichtigen. Die bestäubenden Insekten, die Vitalität der Pflanzen und die Umweltbedingungen spielen dabei eine wichtige Rolle. Entscheidend ist es, die direkten und längerfristigen Folgen heißer Klimabedingungen zu erkennen, die sowohl auf die Pflanzen/Blüten als auch auf die bestäubenden Insekten, z. B. Hummeln, Auswirkungen haben.



Welches Klima ist optimal für Tomaten?

Ohne eine zuverlässige Bestäubung ist die Investition in Gewächshaus, Heizung, Dünger und Arbeitskraft praktisch hinfällig. Zu den am klarsten definierten Richtlinien im Unterglasanbau gehört der optimale Temperaturbereich für die Bestäubung. Anbauer sind bestrebt, die Temperatur im Gewächshaus unterhalb von 30 °C zu halten. Dies ist einer der Hauptgründe, warum Gewächshäuser in kalten Klimazonen florieren und andere in großer Höhe gebaut werden.

Kalte Klimazonen ermöglichen es, die maximale Temperatur im Gewächshaus unter die für die Bestäubung gefährlichen Werte zu reduzieren. Für die Bestäubung gilt eine Mindesttemperatur von 16 °C am Tag. Darunter ist der Pollen nicht lebensfähig.

Was gilt als heiß?

Bei Temperaturen von mehr als 30 °C nimmt die Bestäubung ab, während sich oberhalb von 32 °C sogar schwerwiegende Auswirkungen auf Ertrag und Qualität ergeben. Dabei ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Exposition gegenüber einer maximalen Temperatur von über 30 °C für mehrere Stunden einen vernachlässigbaren Effekt auf die Bestäubung hat. Herrschen jedoch den gesamten Tag über Temperaturen vor über 30 °C, hat dies eine unmittelbare Auswirkung auf die Bestäubung. Erreicht die Temperatur für die Dauer einer Stunde einen Wert von 40 °C, wirkt sich dies ebenfalls unmittelbar aus. Die Auswirkungen hoher Temperaturen über den Zeitraum von 24 Stunden auf die Bestäubung zeigen sich nach spätestens ein bis zwei Wochen. Folgen daraufhin zwei Wochen mit moderaten Temperaturen, ist eine optimale Bestäubung erneut möglich.



Abbildung 2: Aufgrund der hohen Temperatur über einen Zeitraum von 24 Stunden ragt die Narbe aus dem schützenden Blütenkelch hervor.

Bei Temperaturen von mehr als 30 °C nimmt die Bestäubung ab, während sich oberhalb von 32 °C sogar schwerwiegende Auswirkungen auf Ertrag und Qualität ergeben

Pflanzen, Blüten und Bestäubung

Neben heißen klimatischen Bedingungen können sich auch andere Faktoren nachteilig auf die Blütenqualität auswirken. Die Bestäubung erfordert Energie von der Pflanze und sie gehört zu den ersten Prozessen, die auf der Strecke bleiben, wenn die Pflanze nicht genügend Assimilate produzieren kann. Bei dieser Art von Selbstschutz stößt die Pflanze die Frucht ab, um die Fruchtlast zu senken und lenkt die Assimilate in das vegetative Wachstum der Pflanze um. Dieser Effekt ist unerwünscht, da er zu schwankenden Erträgen und damit zu einer insgesamt geringeren Produktion führt.

Sortenunterschiede

Es gibt auch Maximalwerte für die über einen Zeitraum von 24 Stunden herrschende Temperatur, oberhalb derer die Bestäubung unabhängig von der Lichtmenge beeinträchtigt wird. Bei Fleisch- und Rispentomaten hat eine Temperatur von mehr als 21 °C über einen Zeitraum von 24 Stunden negative Auswirkungen auf den Fruchtansatz. Kirsch- und Snacktomaten leiden bei Temperaturen

über 23 °C. Je nach Sorte kann der Wert der über 24 Stunden herrschenden Temperatur, bei der die Bestäubung beeinträchtigt wird, variieren. Liegen die Temperaturen über diesen Schwellenwerten, müssen alle Mittel zur Senkung der Temperaturen am Tag oder in der Nacht ergriffen werden. Dazu gehört auch eine Kühlung während der Nacht.

Nicht nur die Umgebungstemperatur sorgt für Hitze: Auswirkung von Strahlungshitze und Luftfeuchte

Eine Lufttemperatur von 30 °C im Gewächshaus bei einer Luftfeuchte von 80 % kann immer noch zu einer guten Bestäubung führen. Bei 30 °C und 60 % Luftfeuchte leidet die Bestäubung jedoch. Zudem weiß man, dass die Blütentemperatur ebenfalls eine Rolle spielen könnte. Daher muss auch der Einfluss der Strahlung berücksichtigt werden. Eine Blüte kann sich zu einer marktfähigen Frucht entwickeln, wenn sie bei 30 °C und 80 % Luftfeuchte bestäubt wird, jedoch nur, wenn die Strahlung eine maximale Intensität von 400 Watt hat. Die Tabelle in Abbildung 3 zeigt die günstigsten Bedingungen für die Bestäubung. Natürlich sind dies Näherungswerte, die nur zur Orientierung dienen sollten. Zwischen einzelnen Sorten gibt es Unterschiede. Die Strahlungshitze wirkt unterschiedlich auf die Pflanzen. Abbildung 4 zeigt ein Wärmebild einer Tomatenpflanze. Beobachtungen bestätigen, dass die Blüten sehr viel wärmer werden als ihre Umgebung oder andere Pflanzenteile. Blätter können sich mithilfe von Transpiration abkühlen, die Blüten hingegen nicht. Aus diesem Grund lässt sich die Bestäubung verbessern, wenn in bestimmten Situationen eine

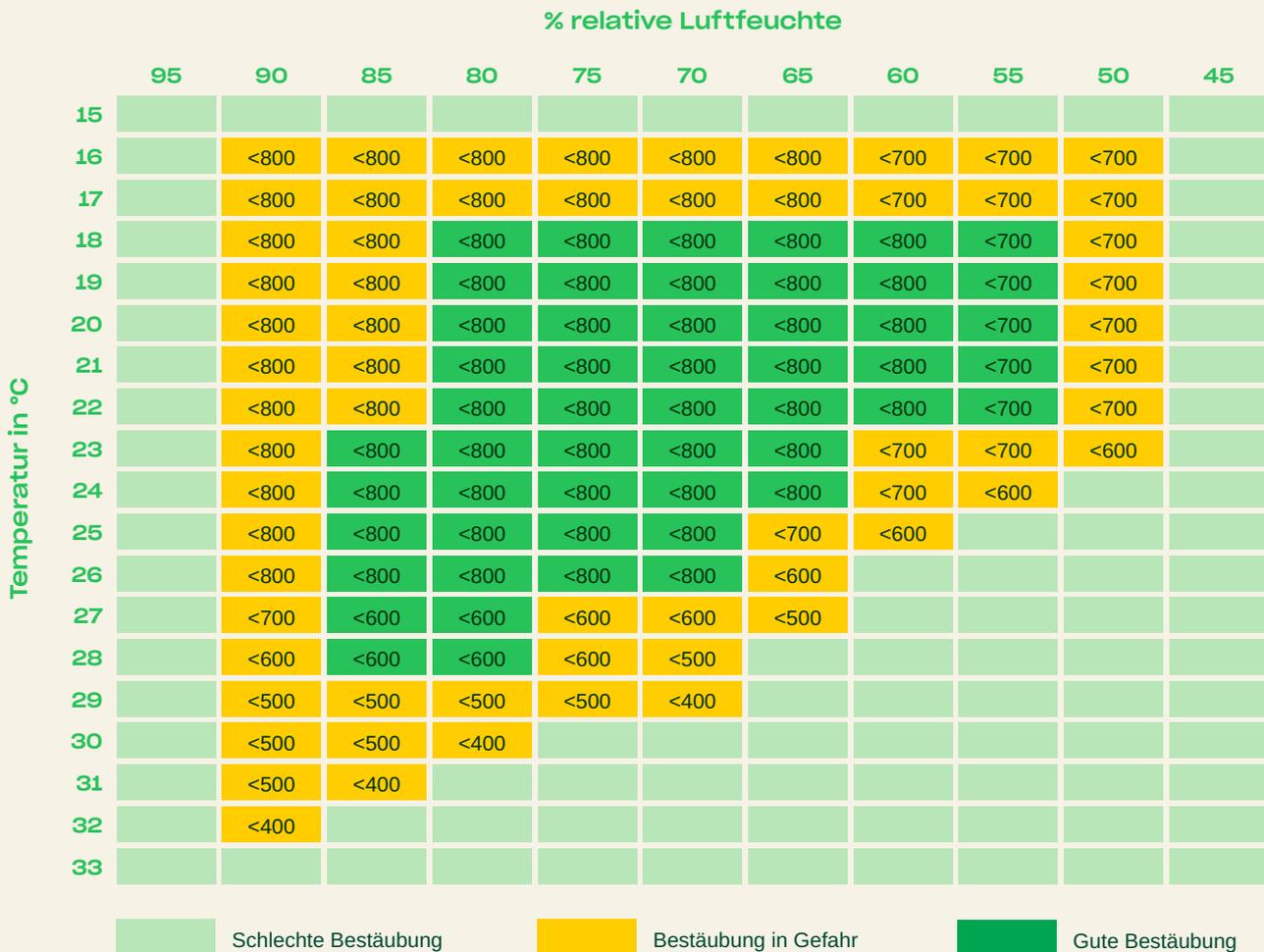


Abbildung 3: Bestäubungsparameter für Temperatur, Luftfeuchte und Strahlung für großfruchtige Tomaten. Dazu zählen Temperatur, Luftfeuchte und maximale Strahlungswerte in Watt

Beschattung erfolgt. Sie reduziert die Blütentemperatur (und damit die der Pollen). Ist kein Beschattungssystem vorhanden, kann die ins Gewächshaus eindringende Wärmemenge durch einen Anstrich aus Schlammkreide oder einen hitzesenkenden Anstrich reduziert werden.

Selbst bei 28 °C kann die Bestäubung sinken, wenn die Luftfeuchte zu niedrig oder die Strahlung zu hoch ist.

Ein Infrarotthermometer kann helfen, sich über den Effekt der Temperatur auf die Bestäubung Gewissheit zu verschaffen. Eine Blütentemperatur von mehr als

35 °C hemmt die Bestäubung. Die maximale Temperatur im Gewächshaus muss unter 30 °C gehalten werden, um so die Blütentemperatur niedrig zu halten. Selbst bei 28 °C kann die Bestäubung sinken, wenn die Luftfeuchte zu niedrig oder die Strahlung zu hoch ist. Die Vermeidung der grau und gelb gefärbten Bereiche der Tabelle in Abbildung 3 stellt sicher, dass Probleme mit der Bestäubung und dem Fruchtansatz aufgrund von Temperatur und Luftfeuchte vermieden werden. Zugleich muss der Anbauer sicherstellen, dass die Pflanzen ausreichend vital, jedoch nicht zu wüchsig sind, und im Gewächshaus ein gleichbleibendes Klima herrscht. Das ist keine leichte Aufgabe. Der Aufwand zahlt sich aber mehr als aus.

Relative Luftfeuchte

Der zweite ausschlaggebende Faktor bei Tomatenpflanzen ist die Luftfeuchte. Bei niedriger Luftfeuchte (unter 50-55 %) sind die Pollen zu trocken und

haften nicht an der Narbe. Bei hoher Luftfeuchte haften die Pollen am Staubblatt und fallen nicht auf die Narbe. In konventionellen Gewächshäusern liegt die empfohlene Luftfeuchte zwischen 60 und 75 %. Aufgrund der besseren Luftbewegung liegt diese in einem halbgeschlossenen Gewächshaus bei 70 bis 85 %. Ein mangelhafter Fruchtansatz kann durch eine Kombination aus fehlender hoher Luftfeuchte und erhöhter Temperatur verursacht werden. In konventionellen Gewächshäusern in warmen Klimazonen tritt dies typischerweise bei der Sommerpflanzung auf. Eine Kombination aus hoher Lichtmenge und niedriger Luftfeuchte zwingt die Pflanzen, sich zu sehr anzustrengen, wodurch der erste Fruchtansatz übersprungen wird. Die Pflanze selbst macht einen guten Eindruck, wirkt vital und gesund. Die Bedingungen im Gewächshaus verleiten die Pflanze jedoch dazu, übermäßig zu transpirieren. Die Pflanze geht in den Selbstschutzmodus, indem sie den Fruchtansatz überspringt und die Assimilate auf die Ausbildung großer Blätter konzentriert. Es ist zudem wahrscheinlich, dass die Blütentemperatur in diesem Prozess eine Rolle spielt (Abbildung 4). Blätter können selbst für ihre Kühlung sorgen. Blüten besitzen jedoch keine Spaltöffnungen oder andere Möglichkeiten, sich zu kühlen. Bei geringer Luftfeuchte sind Hummeln zudem weniger aktiv und finden Blüten nicht attraktiv. Der Mangel an Früchten macht die Pflanze wüchsiger, worauf der Anbauer häufig mit dem Entfernen des obersten Blattes reagiert. In diesem Fall kann das Entfernen des obersten Blattes das Problem noch verstärken, da dann durch die direkte Strahlung die Blütentemperatur ansteigt. In einem halbgeschlossenen Gewächshaus findet man diese Art des mangelnden Fruchtansatzes in der Nähe der Klimakammer aufgrund der Impulse bewegter heißer und trockener Luft. Dieser mit Erschöpfung in Zusammenhang stehende, mangelnde Fruchtansatz wird an den ersten Früchten, nicht am Fruchtansatz, ersichtlich. In diesem Fall liegt die Lösung in einer Kombination aus der Reduzierung der Lüfterdrehzahl, einer verstärkten

Beschattung, dem erhöhten Einsatz der Kühlwand sowie der Erhöhung der Luftfeuchte. Häufig wird der mangelnde Fruchtansatz auf die hohe Luftfeuchte zurückgeführt. Ein halbgeschlossenes Gewächshaus verkräftet eine höhere Luftfeuchte und kann dabei gegenüber einem konventionellen Gewächshaus eine perfekte Bestäubung ermöglichen, selbst wenn

In konventionellen Gewächshäusern liegt die empfohlene Luftfeuchte zwischen 60 und 75 %. Aufgrund der besseren Luftbewegung liegt diese in einem halbgeschlossenen Gewächshaus bei 70 bis 85 %.

diese von Hand erfolgt. Eine Luftfeuchte von 85 % stellt für die Bestäubung in einem halbgeschlossenen Gewächshaus kein Problem dar, während in einem konventionellen Gewächshaus eine Luftfeuchte von mehr als 80 % die Bestäubung bereits hemmt.

Auswirkung von Hitze auf Hummeln

Mit steigenden Temperaturen können die Verhaltensreaktionen zu einer deutlich reduzierten Bestäubungsaktivität führen. Diese Reaktionen auf Hitze können einen erheblichen Einfluss auf den Blütenanflug haben. Die Zeit, die bei höheren Temperaturen für die Thermoregulation erforderlich ist, geht zu Lasten des Sammelverhaltens mit negativen Auswirkungen auf die Bestäubung. Sobald die Temperaturen die 30 °C-Marke überschreiten, bleiben die Hummeln verstärkt im Kasten, um für dessen Belüftung zu sorgen, wodurch ihre Bestäubungsaktivität sinkt. Steigen die Temperaturen über 33 °C gehen die Arbeiterinnen in den Überlebensmodus, eliminieren Larven und beenden jede Art der Bestäubung. Direkte Sonnen-

Abbildung 4: Wärmebild einer Tomatenpflanze in direktem Sonnenlicht im April
Foto: © Svensson Climate Screens



einstrahlung kann die Temperaturen im Hummelkasten zwischen 2 und 15 °C ansteigen lassen, wodurch der Kasten beschädigt werden kann. Aufgrund ihrer Größe, ihrer dunklen Farbe und ihres behaarten Körpers sind Hummeln besonders empfindlich gegen Überhitzung bei steigenden Temperaturen.

Halten Sie Ihre Hummeln in Warmwetterperioden kühl

Die korrekte Positionierung des Hummelkastens kann den Hitzestress der Bestäuber senken. Stellen Sie den Kasten ca. 20 bis 60 cm über dem Boden (in der nördlichen Hemisphäre) auf der Südseite eines Wegs auf, damit er durch die Pflanzen maximal beschattet wird. Sorgen Sie bei Bedarf für zusätzliche Beschattung der Wege. Der Schutz der Hummelkästen vor direkter Sonneneinstrahlung kann einen Temperaturunterschied von 2 bis 15 °C im Kasten bewirken. Dies fördert längere Bestäubungszeiten und verhindert Schäden am Volk. Direkte Lichteinstrahlung kann mithilfe von diffusen Scheiben, Kunststofffolien beweglichen Schirmen oder Aufbringen eines Anstrichs auf der Abdeckung gestreut werden. Speziell im Mittelmeerraum werden die Scheiben von Gewächshäusern mit einem Anstrich aus Schlammkreide versehen, um Wärmestrahlung abzuhalten und das Licht zu streuen. Weitere Kühlmethoden sind: Beschattungssysteme, diffuses Glas, Windbelüftung sowie der Einsatz von Luftkühl- oder Verdunstungssystemen. Wenn die Temperaturen in Hitzeperioden während eines Großteil des Tages die Marke von 30 °C übersteigen, sind die Hummeln über weniger Stunden aktiv. Es wird empfohlen, die Menge der Kästen zu erhöhen, wenn Warmwetterperioden

vorausgesagt wurden, um sicherzustellen, dass mehr Hummeln in weniger Stunden die Bestäubungsaufgabe erfüllen können.

Überwachung der Bestäubungseffizienz

Während der Bestäubung beißt die Hummel in die Blüte und lässt sie vibrieren. Dies ist unter dem Begriff Vibrationsbestäubung bekannt. Die Kieferabdrücke der Hummel auf der Blüte (Bissspuren) färben sich innerhalb eines Zeitraums von ein bis vier Stunden braun und ermöglichen es, die Arbeit der Hummeln zu überprüfen. Diese braunen Bissspuren können genutzt werden, um die Anzahl der zu bestellenden Kästen zu ermitteln.

Ein einziger Besuch der Blüte genügt, um ausreichend Pollen für eine Bestäubung zu übertragen. Um zu prüfen, ob eine Hummel die Blüte bestäubt hat, kann man die vertrockneten Blütenblätter zurückziehen, um zu sehen, ob eine Verletzung sichtbar ist (Abbildung 5 – erstes Bild rechts). Pro Sorte müssen ca. 18-20 Blüten pro Hektar geprüft werden. Die Prüfung sollte in einem repräsentativen Bereich des Gewächshauses durchgeführt werden. Abbildung 6 zeigt die Empfehlung an Anbauer zur Sicherstellung einer optimalen Bestäubung. Für die meisten Tomatensorten gibt es eine empfohlene Menge an Kästen, die pro Hektar und Woche eingesetzt werden sollten. Die Intensität der Braunfärbung oder die Anzahl der Bissspuren bestimmt, ob mehr oder weniger Hummeln bestellt werden müssen. Die Bissspur rechts in Abbildung 5 weist nur eine sehr leichte Verletzung der Blüte auf und erhielt auf der dargestellten Punktekarte die Bewertung 1.



Abbildung 5: Bissspuren von Hummeln an einer Tomatenblüte

Fazit

In kalten Klimazonen wird davon ausgegangen, dass ein angemessenes Management der Hummeln für eine gute Bestäubung ausreichend ist. Das größte Problem besteht darin, dass der Fruchtausatz mangelhaft ausfallen kann, wenn die Pflanze nicht ausreichend vital ist. Der Anbau in warmen Klimazonen bringt eine ganze Reihe neuer Herausforderungen mit sich, die den Ertrag und die Qualität beeinträchtigen können. Das Management

von Temperatur, Luftfeuchte und Strahlung ist daher wesentlich. Unter anspruchsvollen Bedingungen ist eine angemessene Überwachung daraufhin, ob eine Bestäubung stattfindet und der Fruchtausatz bei 100 % liegt, wesentlich, um einen maximalen Ertrag sicherzustellen. Die Überwachung dient dem Anbauer auch als Feedbackschleife, um die Ursache einer nicht perfekten Bestäubung zu ermitteln.

Bestäubungs-Punktekarte

I = 1-3 Bissspuren

II = 3-6 Bissspuren

III = mehr als 7 Bissspuren



1x /

48 Stunde

Bewertung I = gute Bestäubung, aber Plan erhöhen

Bewertung II = angestrebtes Ziel, Plan beibehalten

Bewertung III = gute Bestäubung, aber Plan reduzieren

Hinweis: Überspringen Sie keine Ausbringung! Bestellen Sie mehr Kästen, wenn eine Warmwetterperiode vorausgesagt wurde, um eine ausreichende Bestäubung zu erzielen.

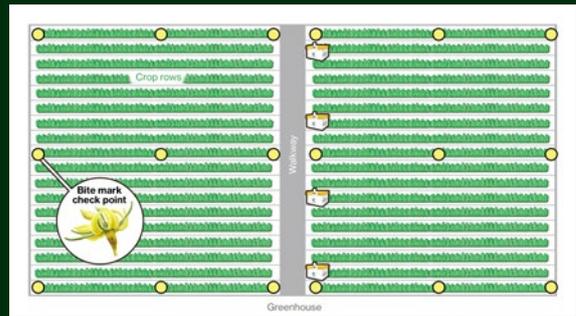


Abbildung 6: Bestäubungs-Punktekarte

Schutzmaßnahmen für Pflanzen und Bestäuber auf einen Blick



Nutzen Sie Beschattungssysteme, diffuses Glas, Schlämmkreide, Hitze hitzereflektierende Anstriche, Kunststoffolien oder ähnliches, eine Windbelüftung, Luftkühlung oder Verdunstungssysteme usw., um eine optimale Temperatur (von unter 30 °C) aufrechtzuerhalten, um Hitzestrahlung zu vermeiden, die Pflanzen zu stärken und die Bestäubungseffizienz zu verbessern.



Schützen Sie die Hummelkästen vor direkter Sonneneinstrahlung. Stellen Sie den Kasten ca. 20 bis 60 cm über dem Boden auf der Südseite eines Weges auf, damit er durch die Pflanzen maximal beschattet wird. Sorgen Sie bei Bedarf für zusätzliche Beschattung.



Halten Sie die Luftfeuchte in einem konventionellen Gewächshaus zwischen 60 und 75 % und in einem halbgeschlossenen Gewächshaus zwischen 70 und 85 %.



Überprüfen Sie die Bissspuren an den Blüten und bestellen Sie dementsprechend Hummelkästen.



Bestellen Sie mehr Kästen, wenn heißes Wetter vorausgesagt wurde, um eine ausreichende Bestäubung zu erzielen.



Gewährleisten Sie ein angemessenes Gleichgewicht von Temperatur und Licht, um eine ausgewogene Vitalität der Pflanzen zu erreichen

Sehen Sie sich unsere kurze Animation an: Hummelbestäubung bei hohen Temperaturen



