

Diffuses Licht

verstärkt das Pflanzenwachstum

Bei direkter Lichteinstrahlung wird von den Pflanzen nur ein Teil des Lichts für die Fotosynthese verwendet. Der Rest ist „Verlust“. Die Universität Wageningen hat untersucht, ob sich die Effizienz des Lichtes erhöht, wenn es durch die Gewächshauseindeckung oder durch Schirme gebrochen wird. Gebrochenes Licht dringt tiefer in den Pflanzenbestand ein und kann dadurch von den Pflanzen effizienter für die Fotosynthese verwendet werden. Darüber hinaus hat diffuses Licht eine Reihe weiterer günstiger Effekte, u.a. das Verkleinern des Schlagschattens im Gewächshaus.





Gewächshauseindeckungen mit lichtzerstreuenden Eigenschaften führen zu weniger Schlagschatten der Konstruktionsteile auf den Pflanzen (links: klares Eindeckmaterial, rechts: diffuses Eindeckmaterial)

Direkte Lichteinstrahlung erreicht bei höheren Pflanzenbeständen lediglich den obersten Teil der Blätter. In der Paprikakultur zum Beispiel spielen die unteren 60% der Blattoberfläche bei der Fotosynthese überhaupt keine Rolle. Die oberen 40% der Blätter bekommen dahingegen mehr Licht, als für eine optimale Fotosynthese nötig ist (vgl. Grafik auf der folgenden Seite). Der Einsatz eines Schattierschirms kann notwendig sein, um Stress- und Verbrennungsschäden zu verhindern, obwohl der untere Teil der Pflanzen das Licht gut gebrauchen könnte.

BEWÖLKUNG... GERNE

An einem halbbewölkten Tag wird der Pflanzenbestand von bis zu dreimal so viel Licht durchdrungen, als an einem unbewölkten Tag (Absolutwerte, keine relativen). Wissenschaftler haben in einer Apfelanlage die Lichtmenge gemessen, die bis tief in den Baum drang. Die obersten, äußeren Blätter fangen bei klarem Wetter selbstverständlich das meiste Licht auf. Mitten im Gewächs nimmt die Lichtdurchdringung bei unbewölktem Wetter jedoch stark ab. Bei halbbewölktem Wetter empfangen die oberen Blätter nur halb soviel Licht, aber das diffuse Licht dringt bis gut in die Mitte des Bestandes durch.

EINFALLSWINKEL

Diffuses Licht fällt in einem schrägen Winkel auf die Blattoberfläche. Dadurch spiegelt das Blatt weniger und es kann das Licht besser auffangen. Auch auf Zellniveau unterscheiden sich Pflanzengruppen voneinander. Die Zellstruktur von Pflanzen, die von Natur aus auf dem Waldboden wachsen, ist darauf ausgelegt, dass diese Pflanzen diffuses Licht äußerst rentabel auffangen können. Manche Pflanzen besitzen Epidermiszellen, die das Licht fokussieren können. Das Verändern des Einfallswinkels der Strahlung erhöht die Lichtabsorption.

WENIGER FEUCHTIGKEIT IM GEWÄCHSHAUS

Direkte Sonneneinstrahlung erhöht die Temperatur der Blattoberfläche. Diffuses Licht macht das in deutlich geringerem Ausmaß. Hierdurch sinkt die Transpiration der Pflanzen. Neben eines besseren

Wachstums sorgt diffuses Licht somit zugleich für ein gesünderes, trockeneres Gewächshausklima.

SONNENSTRAHLUNG UND PAR

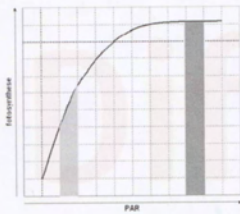
Die Atmosphäre der Erde bricht einen Teil der direkten Sonnenstrahlung zu diffusem Licht. Der Anteil ist stark abhängig von der Jahreszeit, dem Sonnenstand, der Luftfeuchtigkeit. PAR (photosynthetic active radiation) ist der Teil des Lichts, welches die Pflanze für die Fotosynthese nutzen kann (400 – 700 nm). Der PAR-Anteil ist für uns selbstverständlich der Interessanteste im Lichtspektrum und auch dieser ist von der Jahreszeit und dem Sonnenstand abhängig. In den Sommermonaten sind ca. 40% der totalen Lichtstrahlung direkt, der Rest ist diffus. In den Wintermonaten sind lediglich 20% der Lichtstrahlung direkt. An klaren Tagen liegt der PAR-Anteil ziemlich konstant bei 44%. An bewölkten Tagen (vor allem im Winter) nimmt der PAR-Anteil zu.

HAZE

Ein lichtzerstreuendes Eindeckmaterial oder ein transparentes Schirmsystem ist theoretisch in der Lage, jede direkte Strahlung in diffuse Strahlung umzuwandeln. Diese Kapazität wird in „Haze“ gemessen, dem Lichtzerstreuungsfaktor. Absolut flaches, durchsichtiges Glas hat einen Lichtzerstreuungsfaktor von 0. Bei Material mit einem Haze von 0,3 wird 30% des direkten Lichts in diffuses Licht umgewandelt. Wenn man durch ein Material mit einem hohen Lichtzerstreuungsfaktor schaut, wird man ein verschwommenes Bild sehen. Das schließt jedoch nicht automatisch ein, dass die Lichtdurchlässigkeit abnimmt.

LICHTZERSTREUENDE MATERIALIEN

In den frühen Jahren des Gewächshausbaus wurde „gehämmertes“ Klarglas verwendet. Durch die unregelmäßige Oberfläche wurde das Licht in gewisser Weise gestreut. Ein Nachteil dieser Glassorte ist, dass sie bei Hagel und Wind zu leicht bricht. Gegenwärtig verwendet man für Gewächshäuser hauptsächlich Floatglas. Dieses vollkommen flache Glas sorgt für eine weitestgehend direkte Lichteinstrahlung auf die Pflanzen.



Ab einer gewissen Intensität ist die PAR-Strahlung ausreichend hoch, um die gesamte Fotosyntheseleistung zu ermöglichen. Noch mehr Licht ist in diesem Fall nicht nützlich.

Es gibt verschiedene Materialien, mit welchen Licht zerstreut werden kann. Diese sind aufzuteilen in: Glas- und Kunststoffplatten, Folien sowie Kreide-/Schattierfarbe. Das Lichtzerstreuungsvermögen variiert bei Glassorten zwischen 15 – 45%, bei Folien- und Schirmmaterial zwischen 70 und 80%. Von Installation eines festen Folienschirms, um direktes Licht zu streuen, wird abgeraten, denn die Vorteile sind kleiner als die Nachteile (verringerte PAR, erhöhte Luftfeuchte etc.) Neben den ungleichen Haze-Werten unterscheiden sich die Materialien auch in ihrer Transparenz für direktes und diffuses Licht. Die Angaben über die Lichtdurchlässigkeit verschiedener Eindeckmaterialien betreffen (fast) immer die Transparenz für direktes Licht. Die Transparenz für diffuses Licht ist nur mit großem Aufwand messbar. Es gibt bereits Glassorten, die einen guten Lichtzerstreuungsfaktor mit einer hohen Transparenz kombinieren. Laut Wissenschaftlern

in Wageningen ist bei fortschreitender Entwicklung mit weiterer Steigerung zu rechnen.

DIE FINANZIELLE SEITE

Unter Zuhilfenahme verschiedener Rechenprogramme haben die Wissenschaftler Berechnungen rundum Kosten und Nutzen von lichtzerstreuenden Gewächshausmaterialien für den Anbau von Tomaten, Gurken und Paprika erstellt. Auf der Ertragsseite steht die größere Ernte, auf der Kostenseite sind die Mehrkosten für u.a. die zusätzliche Erntearbeit und die Verpackung mitgerechnet. Eventuelle Unterschiede in den Heizkosten wurden ebenfalls berücksichtigt. Aus den Berechnungen zeigt sich, dass es genügend ökonomische Gründe für das Entwickeln und Optimisieren von lichtzerstreuenden Gewächshauseindeckungen gibt. Die Mehrkosten dürfen, betrachtet man den höheren Ertrag, 5 bis 10 € pro m² betragen.

VULKANAUSBRUCH ERHÖHT PFLANZENWACHSTUM

Bei einem Vulkanausbruch geraten Stoffteilchen in die Atmosphäre, darunter SO₂. Diese Teilchen begrenzen die direkte Sonneneinstrahlung und vergrößern den Anteil des diffusen Lichts. Laubwälder nahe des Vulkans erfahren hierdurch einen enormen Wachstumsschub. Durch das Messen des CO₂-Gehalts der Luft haben Wissenschaftler berechnet, dass die Fotosynthese bei Laubwäldern nach einem Vulkanausbruch mit 23% zunahm. (Anmerkung: Neben Global Warming gibt es ein weiteres Phänomen, dass Global Warming bremst – und zwar Global Dimming, diese zeigt sich durch die Abnahme der Lichteinstrahlung durch die partikelbezogene Verschmutzung der Luft.)

Aus verschiedenen Untersuchungen zeigt sich weiter, dass das Wachstum von Wäldern bei bewölktem Wetter größer ist als an Tagen mit direkter Sonneneinstrahlung. So nimmt das auf dem Waldboden wachsende Kraut „Arnica latifolia“ an einem bewölkten Tag 37% mehr Kohlenstoff auf, als an einem helleren Tag.

GLOBALE STRAHLUNG PRO JAHR IN MJ/M²

Außen:		3650	
helles Gewächshaus		dunkles Gewächshaus	
2700		2400	
PAR direkt	PAR diffus	PAR direkt	PAR diffus
386	970	345	868

In der Tabelle, erste Zeile (rot): die globale Außenstrahlung. Darunter: die Strahlung, die in ein helles und in ein dunkleres Gewächshaus dringt. Ausgehend von diesen beiden Größen wird der Anteil der direkten und diffusen Strahlung angegeben.

WASSERSTRESS

Die Vorfahren vieler unserer heutigen Topfpflanzen wuchsen ursprünglich in (Ur)Wäldern. Sie wuchsen von Natur aus also in einer Umgebung mit nahezu 100% diffusem Licht. Verschiedene Wissenschaftler vertreten die Theorie, dass bei Topfpflanzen Wasserstress die Folge von zu viel direkter Lichteinstrahlung ist. Möglicherweise ist Wasserstress also durch das Streuen von direkter Sonnenstrahlung in diffuses Licht zu begrenzen.

