

Licht an!

Entwicklung von LED-Belichtungsstrategien für den Gartenbau

von HANNES SEIDEL: **Stromsparende LED-Belichtung kann nicht nur zur Ertragssteigerung eingesetzt werden. Mit ihr können auch Pflanzenreaktionen gezielt gesteuert und alternative Kulturmethoden entwickelt werden, um zur Einsparung von Ressourcen und Pflanzenschutzmitteln beizutragen. Dabei spielt die spektrale Zusammensetzung der Belichtung eine zentrale Rolle. Das Potenzial von LED-Belichtungssystemen für verschiedenste Kulturen und Kulturabschnitte sowie für unterschiedliche Zielgruppen wurde innerhalb eines Forschungsprojekts an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau untersucht.**

Die nachhaltige Pflanzenproduktion rückt immer stärker in den gesellschaftlichen Fokus. Hierbei wird neben der Einsparung von Energie, Wasser, Grundfläche und Pflanzenschutzmitteln inkl. Hemmstoffe auch eine regionale Produktion verstanden. Gleichzeitig sollen die Produkte von hoher Qualität und ganzjährig verfügbar sein. Diese Kriterien sind manchmal nicht unbedingt miteinander vereinbar. Im Gewächshausanbau werden Krankheiten und Schädlinge sowie das Wachstum von Zierpflanzen nicht selten durch chemische Pflanzenschutzmittel und Wachstumsregulatoren kontrolliert. Zudem können die Anzucht von Vermehrungskulturen und die Produktion von Kräutern sowie Fruchtgemüse und Beeren (z. B. Tomaten, Erdbeeren) unter lokalen Bedingungen im Winter, aufgrund hoher Licht- und Temperaturanforderungen, sehr energieintensiv sein. Energiesparende LEDs bieten Möglichkeiten gezielt auf Pflanzenreaktionen einzuwirken sowie alternative Anzuchtssysteme und Kulturmethoden für den Erwerbs- und Freizeitgärtner zu entwickeln.

Eigenschaften und Funktion von Licht für Pflanzen

Licht für Pflanzen zeichnet sich durch drei Merkmale aus – Lichtmenge, Lichtqualität und Lichtdauer (Abbildung 1). Die Lichtmenge kann dabei mit der Energie gleichgesetzt werden, mit der Pflanzen Fotosynthese für ihren Stoffwechsel und die Biomasseproduktion betreiben. Die Lichtqualität wird durch die spektrale Zusammensetzung des Lichts charakterisiert. Die Zusammensetzung des Lichtspektrums dient den Pflanzen als Umweltsignal, das sie mit Fotorezeptoren erfassen. Reaktionen sind z. B. die Triebstreckung bei Beschattung (oder auch Vergeilung) oder die Ausrichtung der Sprossachse zum Licht hin. Die Dauer der Belichtung und die Frequenz von hellen sowie dunklen Zeitabschnitten definiert die Fotoperiode. Dies induziert bei Lang- und Kurztagpflanzen die Blütenbildung oder signalisiert den Wechsel von Jahreszeiten. All diese Merkmale des Lichts können miteinander interagieren, um das Wachstum und die Entwicklung von Pflanzen zu steuern.

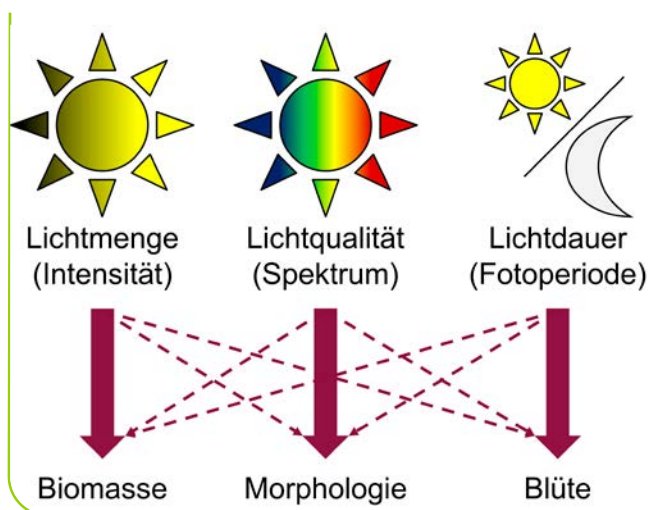


Abbildung 1: Merkmale von Licht und deren Wirkung auf Pflanzen. Sie interagieren miteinander und steuern so Wachstum und Entwicklung (verändert nach 1).

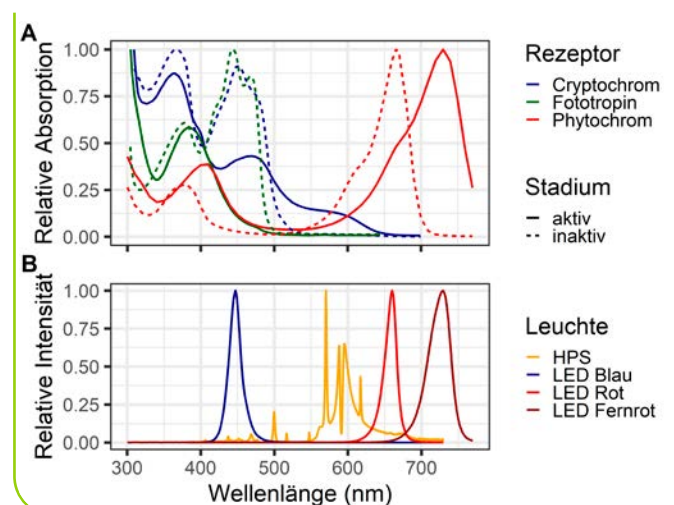


Abbildung 2: (A) Absorptionsmuster von Photorezeptoren (Daten aus 4,5,6) und (B) Lichtspektrale verschiedenfarbiger monochromatischer LEDs und einer Natriumdampfhochdrucklampe (HPS). LEDs können die Fotorezeptoren im Gegensatz zur HPS gezielt anregen.

LEDs können Pflanzenreaktionen steuern

Die verschiedenen pflanzlichen Fotorezeptoren können als Schalter angesehen werden, die Stoffwechselprozesse aktivieren bzw. deaktivieren und so zugehörigen Reaktionen induzieren. Die unterschiedlichen Fotorezeptoren besitzen spezifische Absorptionsmuster und werden so durch Licht bestimmter Spektralbereiche angesprochen (Abbildung 2). So reagiert der Fotorezeptor Phytochrom auf rotes bzw. fernrotes Licht und steuert das Streckungswachstum. Fototropin oder Cryptochrom sind Blaulichtrezeptoren, die z. B. das Richtungswachstum oder den Gehalt von Inhaltsstoffen beeinflussen können.

Mit LEDs können die Fotorezeptoren gezielt angeregt werden, da sie im Vergleich zu konventionellen Lichtquellen, wie den Natriumdampfhochdrucklampen, Licht in sehr schmalen Wellenlängenbereichen emittieren (Abbildung 2). Die Herausforderung ist Lichtspektren aus verschiedenfarbigen LEDs zusammenzustellen, die an Pflanzenkulturen und/oder Kulturabschnitte angepasst sind, da verschiedene Pflanzenarten und sogar Sorten ganz unterschiedlich auf dasselbe Lichtspektrum reagieren können. Im Folgenden werden Ihnen Ergebnisse aus der Versuchstätigkeit der LWG vorgestellt.

Einsparung von Wachstumsregulatoren im Gewächshaus

Mandevilla (*Dipladenia*) erfreut sich aufgrund ihrer Hitze- und Trockenheitsbeständigkeit steigender Beliebtheit. Sie mag viel Licht und Wärme, weshalb sie hauptsächlich in Südeuropa kultiviert wird. Dies kann phytosanitäre Herausforderungen und eine geringe Verfügbarkeit während der Saison mit sich bringen. Zur Gewährleistung der Logistikfähigkeit werden die Rankenbildung durch Hemmstoffe unterdrückt oder die Ranken arbeitsaufwendig mechanisch entfernt. Mit blauer LED-Belichtung oder einer Hybridbelichtung aus Natriumdampfhochdrucklampe und blauen LEDs gelang die *Mandevilla*-Kultur unter regionalen Bedingungen im Winter

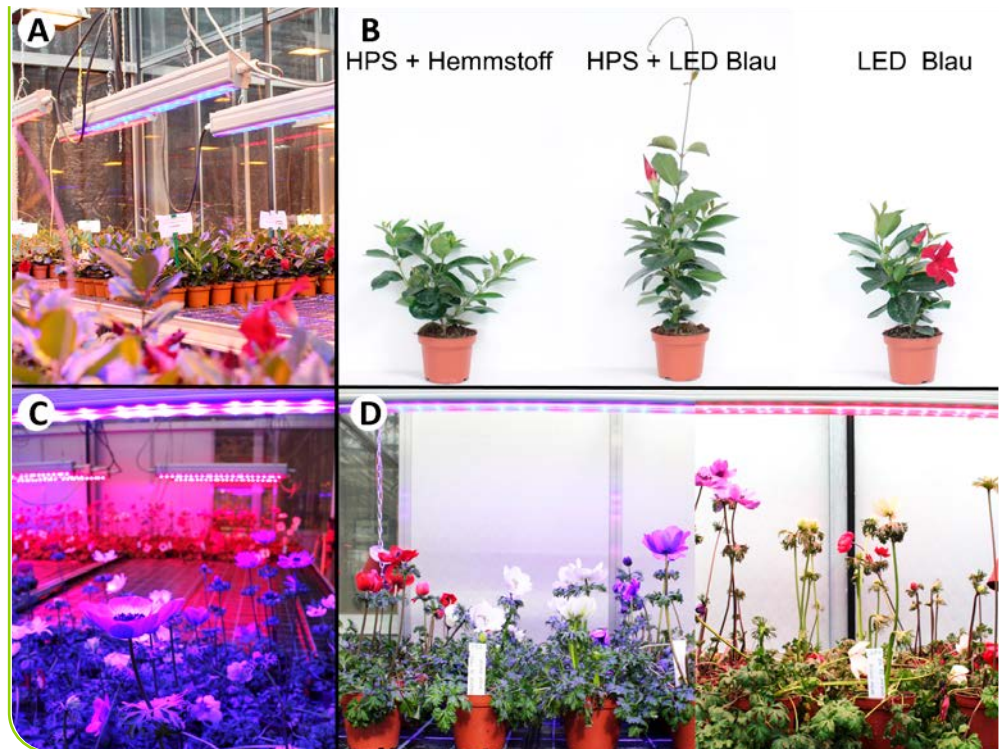


Abbildung 3: Einfluss von blauer LED auf *Mandevilla* und *Anemone coronaria*. (A) Hybridbelichtung aus Natriumdampfhochdrucklampen (HPS) und blauer LED-Belichtung bei *Mandevilla*. (B) Wachstum von *Mandevilla* in verschiedenen Versuchsvarianten. Pflanzen in der Hybridvariante aus HPS und blauen LEDs bilden zwar moderate Ranken, mussten aber im Vergleich zur Hemmstoffvariante nicht mehrfach gestutzt werden, um ein Verknoten der Pflanzen zu vermeiden. (C) *Anemone coronaria* im Gewächshaus unter roter und blauer LED-Belichtung. (D) Blaue LED-Belichtung (links) führt zu deutlich kürzeren Blatt und Blütenstielen als rote LED-Belichtung (rechts).

und Frühjahr bei einigen Sorten auch ohne den Einsatz von Hemmstoffen und Entfernen der Ranken (Abbildung 3). Dies kann somit Pflanzenschutzmittel und Arbeitszeit einsparen.

Bei einer kühlen Winterkultur können warme Witterungsbedingungen zu einem Missverhältnis von Temperatur und Lichtangebot führen. So führt dies bei der Topfproduktion von Anemonen zu langen und weichen Stielen, die eine geringe Standfestigkeit und Stieldicke besitzen. Auch hier kann blaue LED-Belichtung im Gegensatz zu roter LED-Belichtung (Abbildung 3) eingesetzt werden, um eine kompakte und qualitativ hochwertige Verkaufsware ohne den Einsatz von Hemmstoff zu produzieren.

Flächeneffiziente Pflanzenproduktion im Mehrlagensystem

Mit LEDs können flächeneffiziente Mehrlagenskultursysteme gestaltet werden, da die Belichtung kaum Wärme in Richtung der Pflanze abstrahlt. Die einzelnen Lagen können so bei geringerem Energiebedarf viel dichter als mit konventioneller Belichtung angeordnet werden. Eine Mehrlagenkultur in einem isolierten Innenraum verspricht zudem eine Steigerung des Hygieneniveaus, die



Abbildung 4: Im Mehrlagensystem lassen sich die unterschiedlichsten Pflanzenkulturen in verschiedensten Kulturabschnitten kultivieren. Das Lichtspektrum beeinflusst das Wachstum verschiedenster Pflanzenteile. (A) Im Vordergrund *Mandevilla* und dahinter Strauchbasilikum. (B) Das Streckungswachstum von *Mandevilla* (oben) und Strauchbasilikum (unten) reagiert deutlich unterschiedlich auf die gleichen Lichtspektren. (C) Im Mehrlagensystem kann die Wurzelqualität von Stecklingen mit geeigneten LED-Lichtspektren im Vergleich zum Gewächshaus mit Natriumdampfhochdrucklampe (HPS) verbessert werden. (D) Topfbasilikum wächst im Mehrlagensystem innerhalb von drei bis vier Wochen zur Verkaufsreife.

Einsparung von Wärmeenergie im Winter, die Rückgewinnung von Transpirationswasser und eine ganzjährig gleichbleibende Pflanzenqualität. Aufgrund der LED-Beleuchtung als alleinige Lichtquelle ist die Wahl eines geeigneten Spektrums von zentraler Bedeutung, um die unterschiedlichsten Pflanzenkulturen in verschiedensten Kulturabschnitten zu kultivieren (Abbildung 4).

Mandevilla, Topfrosen und Strauchbasilikum konnten innerhalb einer recht kurzen Kulturdauer von jeweils sechs, fünf und vier Wochen von der Jungpflanze bzw. Rohware (Rosen) bis zur Verkaufsreife kultiviert werden. Die Wachstumsreaktion der Pflanzen auf ein gegebenes Lichtspektrum unterschied sich deutlich zwischen den Pflanzenarten und war bei *Mandevilla* und Strauchbasilikum sogar entgegengesetzt (Abbildung 4 B).

Bei der flächeneffizienten Bewurzelung von *Mandevilla*-Stecklingen im Mehrlagensystem kann LED-Beleuchtung einen positiven Effekt auf den Bewurzelungserfolg und die Wurzelqualität verglichen zur Bewurzelung mit Natriumdampfhochdrucklampen im Gewächshaus haben (Abbildung 4 C). Weiterhin können die Bewurzelungsbedingungen einen Einfluss auf die Dauer der Topfkultur

haben. Die Effekte sind dabei aber stark von der Sorte abhängig.

Topfbasilikum ließ sich im Mehrlagensystem ab der Aussaat innerhalb von drei bis vier Wochen bis zur Verkaufsreife kultivieren (Abbildung 4 D). Das Lichtspektrum kann dabei einen großen Einfluss auf das Streckungswachstum, die Standfestigkeit und die Biomasseproduktion haben. Weitere Untersuchungen werden uns noch Aufschluss über die Auswirkung der Belichtung auf Inhaltsstoffe und Geschmack geben.

Grüne Kunstwerke in der Innenraumbegrünung
Pflanzen setzen im Innenraum nicht nur optische Highlights. Vielmehr wurde durch zahlreiche internationale Forschungsprojekte nachgewiesen, dass Innenraumbegrünungen die Gesundheit, das Wohlbefinden und nicht zuletzt auch die Kreativität fördern. Bei der Innenraumbegrünung spielt Licht eine sehr wichtige Rolle, denn das Lichtangebot bestimmt geeignete Pflanzen und Sorten. Auf dem Markt verfügbare LED-Beleuchtungssysteme



Bild 1: Innenraumbegrünung im Flur der Staatlichen Meister- und Technikerschule für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim verschiedenen LED-Beleuchtungssystemen (Foto: Hannes Seidel, LWG)



Abbildung 5: Tomaten und Paprika auf der Fensterbank und in verschiedenen LED-Belichtungssystemen für den Freizeitgärtner.

Mit allen an der LWG getesteten LED-Pflanzenbelichtungssystemen für den Freizeitgärtner ließen sich Basilikum bzw. fruchtende Topftomaten und Snackpaprika kultivieren (Abbildung 5). Die Lichtstärke entscheidet dabei über die Geschwindigkeit der Pflanzenentwicklung. Bei der Jungpflanzenanzucht im zeitigen Frühjahr können die Belichtungssysteme im Vergleich zu einer Anzucht am Fenster von Vorteil sein. Auf dem Markt ist eine Vielzahl an Systemen für den technikbegeisterten Freizeitgärtner verfügbar, bei denen auf die Ansprüche und Fertigkeiten des Anwenders sowie die Bedürfnisse der Pflanzenkultur geachtet werden sollte.

bieten eine stromsparende Pflanzenbelichtung für Innenräume. Sie unterscheiden sich jedoch im Lichtspektrum und der Lichtstärke, was Wachstum und Entwicklung der Pflanzen beeinflussen kann. Zudem stellt sich die Frage, wie die Belichtungssysteme den Wasserbedarf und den Pflegeaufwand beeinflussen.

Die Efeutute *Epipremnum aureum* und der Baumfreund *Scindapsus pictus* sind zwei typische Vertreter anspruchsloser Zimmerpflanzen. Sie wachsen in Versuchen der LWG mit Pflanzenbildern und LED-Belichtung auch ohne natürliches Licht sehr gut (Bild 1). Es ließen sich allerdings keine Unterschiede bei Wachstum oder Wasserbedarf in Abhängigkeit von der Belichtung feststellen. Bei anspruchsvolleren Bepflanzungen, wie z. B. Kräutern, kann dies allerdings der Fall sein. Jedoch muss dies noch im Detail untersucht werden.

Hyperlokale Produktion von Kräutern und Gemüse

Vermehrt werden LED-Belichtungssysteme für private Haushalte angeboten, um entweder die eigenen Räume in einen kleinen Kräuter- und Gemüsegarten zu verwandeln oder um wärme- und lichtbedürftige Gemüsekulturen für die Freilandsaison vorzuziehen. Werbematerialien vermitteln zudem den Eindruck, dass in diesen Systemen neben Kräutern oder Salaten sogar Fruchtgemüse wie Tomate und Paprika/Chili bis hin zur Fruchtreife kultiviert werden können.

Fazit

LED-Belichtung kann im Gartenbau für eine Vielzahl von Anwendungen verwendet werden und eröffnet die Möglichkeit von innovativen Produktionstechniken für den Erwerbs- wie für den Freizeitgärtner. So kann sie zum Ressourcenschutz beitragen. Bei angemessener Anwendung steht die LED-Belichtung der konventionellen Belichtung in nichts nach. Vor einer Umrüstung auf LED-basierte Produktionssysteme sollten aufgrund der unterschiedlichsten Kulturanforderungen verschiedene Systeme getestet und die Kulturführung überdacht werden.

Die entsprechende Literatur und alle Informationen zum Forschungsprojekt finden Sie unter: <https://www.lwg.bayern.de/gartenbau/>

HANNES SEIDEL

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR
WEINBAU UND GARTENBAU
INSTITUT FÜR ERWERBS- UND
FREIZEITGARTENBAU
hannes.seidel@lwg.bayern.de

