

Vom Stadion bis zum Kopfsalat



Bild: iStock

Durch die Notwendigkeit, Energie zu sparen, hat innerhalb eines Jahrzehnts die LED die Glühlampe verdrängt. Doch ihr Potenzial ist wesentlich größer. So lassen sich nicht nur riesige Stadien beleuchten, sondern auch die Ernährung von zehn Milliarden Menschen im Jahr 2050 wahrscheinlich werden.

Patrick Le Fèvre

Chief Marketing and Communication Officer von Powerbox (PRBX)

Es war im Jahr 1860, als der englische Erfinder Sir Joseph Wilson Swan das erste Konzept für eine elektrische Glühlampe schuf. Thomas Edison und sein Team griffen den Ansatz auf und ließen 1879 nach vielen, vielen Versuchen die Kohlefaden-Glühlampe patentieren und perfektionierten diese weiter. So wurde die »Edison-Glühbirne« allgegenwärtig und ist bis heute weltweit im Einsatz. Seitdem hat sich die Beleuchtungsindustrie kontinuierlich weiterentwickelt. Von den

im Jahr 1932 von Philips eingeführten Natriumdampflampen über die Kommerzialisierung der Leuchtstofflampen durch General Electric's 1938 bis hin zur Einführung der sogenannten Energiesparleuchten war dieses Segment sehr innovativ und trug auch zur Entwicklung lebenswichtiger Technologien in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit und Nachhaltigkeit bei.

Die erstaunliche Flut von Innovationen in diesem Bereich hat dazu beigetragen, unser Leben besser zu machen und gleichzeitig den Energieverbrauch zu reduzieren.

Aber die wirklichen Vorteile liegen nicht immer auf der Hand, wenn man sie in großem Maßstab anwendet. Bei weit entfernten scheinenden Fragestellungen von »Wie spart man drei Viertel der Energie, um gigantische Stadien zu beleuchten?«, bis hin zum Anbau von Nahrungsmitteln für hochgerechnet neun bis zehn Milliarden Menschen im Jahr 2050, erweist sich jedoch energieeffiziente und »intelligente« Beleuchtung als Teil der Lösung. Wie ist das machbar?

■ Solid-State-Lighting im Stadion

Das Marktsegment Beleuchtung ist sehr breit gefächert, aber Solid-State-Lighting (SSL) auf der Basis von LEDs hat die Glühlampe praktisch überflüssig gemacht, und auch Leuchtstofflampen werden zunehmend verdrängt.

Die Möglichkeiten, die SSL bietet, bringen auch Vorteile für die Beleuchtung in

industriellen Anwendungen wie Straßen und Parkplätze, Stadien und Bühnen, aber auch in der städtischen Landwirtschaft, im Gartenbau, in der Wasseraufbereitung sowie in der medizinischen Beleuchtung und Lichttherapie.

Wo Elektronen auf Photonen treffen, müssen Power-Designer sehr eng mit LED-Herstellern zusammenarbeiten. Ein Beispiel ist die so genannte GaN-Beleuchtung (Galliumnitrid) mit GaN-Transistoren in der Leistungsstufe und GaN-auf-Silizium im LED-Element [1]. Dies spiegelt die industrielle Reife des Einsatzes von Galliumnitrid in der Energie- und Beleuchtungsindustrie wider. Als Power-Designer ist es sehr interessant, beide Technologien zu verfolgen, und dieser Zusammenschluss kann große Vorteile bringen.

SSL-Beleuchtung dominiert derzeit einige Segmente des Marktes für Beleuchtung, in denen die Kosten für den Austausch einer Glühbirne übermäßig hoch sind und den Endverbraucher mehr kosten könnten als das Licht selbst. Ein Beispiel sind Leuchten an hohen Masten, bei denen die Leuchte nur mit einer Hebebühne überhaupt zu erreichen ist. Ein weiteres Beispiel ist die Notwendigkeit, den Verkehr auf einer Brücke oder in einem Tunnel zu stoppen oder umzuleiten. Diese Art von Anwendungen profitieren von sehr langlebigen SSLs. Zusätzlich sind diese viel effizienter als die typischen Hochdrucklampen. Werden diese ersetzt, reduziert sich der Stromverbrauch für die Bereitstellung des gleichen Lichtniveaus deutlich, was oft zu einer sehr guten Kapitalrendite für den Endverbraucher führt und gleichzeitig einen hohen Beitrag zur Reduzierung des Energieverbrauchs leistet.

Ein Beispiel ist das NRG Stadium in Houston (Texas, USA), das im Jahr 2015 als einer der ersten professionellen Veranstaltungsorte energieeffiziente LED-Leuchten einsetzte (siehe Titelbild). Das Feld wird ausschließlich mit 65.000 LED-Strahlern beleuchtet, die bei voller Leistung 337 kW verbrauchen. Auf dem ersten Blick scheint das sehr viel zu sein, aber es ist ungefähr 60 % weniger als beim bisherigen System mit konventioneller Stadionbeleuchtung. Es ist zu erwarten, dass zukünftige Technologien noch mehr Energie sparen werden – 75 % Einsparung ist das Ziel. Die eingesparte Energie ist bemerkenswert, aber nur der Anfang dessen, was möglich ist, wenn man SSL-Technologie und effizientes Power-Management kombiniert.

Größere Infrastrukturen und Städte erneuern ihre Beleuchtungssysteme zu-

gunsten von digital gesteuertem SSL, und in Kombination mit erneuerbaren Energien nähern wir uns dem mythischen Null-Emissions-Lichtkreislauf (von der Erzeugung bis zur Nutzung).

■ *Lebensmittel für alle durch Licht*

Derzeit leben rund 7,6 Milliarden Menschen auf der Welt, und jedes Jahr wächst die Weltbevölkerung um 83 Millionen Menschen. Bis zum Jahr 2050 werden es knapp zehn Milliarden sein. Um diese mit Lebensmitteln zu versorgen, muss die Landwirtschaft sehr effiziente Produktionsverfahren entwickeln und gleichzeitig die Umwelt schützen, indem sie gefährliche Chemikalien reduziert und die Wassernutzung optimiert.

In einer kürzlich veröffentlichten Mitteilung hat die Weltbank die Situation und die zu erwartende Zukunft der weltweiten Nahrungsmittelversorgung sehr anschaulich dargestellt [2]. Die Welt muss bis zum Jahr 2050 mindestens 50 % mehr Nahrungsmittel produzieren, um zehn Milliarden Menschen zu ernähren. Aber der Klimawandel könnte die Ernteerträge um mehr als 25 % senken. Land, Biodiversität, Ozeane, Wälder und andere Formen des natürlichen Kapitals werden in nie da gewesener Geschwindigkeit erschöpft. Wenn wir die Art und Weise, wie wir unsere Nahrungsmittel anbauen und unser natürliches Kapital verwalten, nicht ändern, ist die Ernährungssicherheit – insbesondere für die Ärmsten der Welt – gefährdet.

Unter Berücksichtigung aller Parameter und Anforderungen, Lebensmittel mit höchstem Respekt für die Umwelt zu produzieren, entwickelte Dr. Dickson Despommier mit seinen Schülern im Jahr 1999 die Idee einer modernen Indoor-Landwirtschaft, die die im Jahr 1915 von dem amerikanischen Geologen Gilbert Ellis Bailey geprägten Begriffe wiederbelebt: »Vertical Farming« (*Bild 1*). Wir haben alle davon gehört, viele Artikel über Industriegebäude gelesen, die in vertikale Bauernhöfe umgewandelt wurden. Aber seit den Anfängen mit Leuchtstoff- oder Halogenlampen bis zu SSL heute gibt es eine erstaunliche Anzahl von technologischen Innovationen, die den Energiebedarf im Hinblick auf Pflanzenwachstum optimieren und den Nutzen von Indoor-Landwirtschaft steigern. Von der Raumnutzung, hundertmal mehr Lebensmittel pro Quadratmeter im Vergleich zur regulären Landwirtschaft bis hin zur Reduzierung der Wassernut-

Bild: iStock

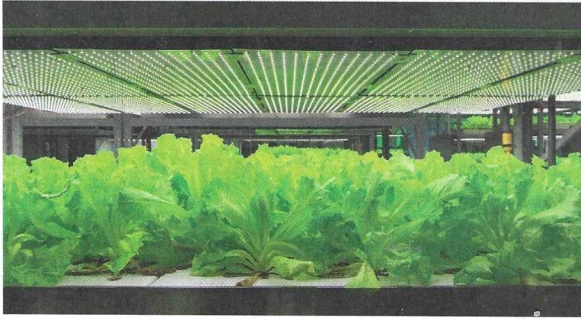


Bild 1: Solid-State-Lighting lässt in der Indoor-Landwirtschaft Gemüse wachsen.

zung um 90 % und einer vollständigen Eliminierung gefährlicher Chemikalien, ist Indoor-Landwirtschaft sehr attraktiv. Um aber wirklich effizient zu sein, erfordert eine solche Landwirtschaft ein sehr effizientes Beleuchtungssystem.

Nicht jedes Gemüse kann mit begrenztem Boden und begrenzter Nährstoffversorgung durch Bewässerung wachsen. Aber für Sorten, die sich für diese Anbaumethode eignen, sind die Ergebnisse beeindruckend und werden noch beeindruckender, wenn man moderne Beleuchtungstechnologien computergesteuert einsetzt. Das zu erforschen ist für Ingenieure ein sehr interessanter Bereich, bei dem es darum geht, fortschrittliche Leistungselektronik und moderne, softwaregesteuerte Landwirtschaft zu kombinieren.

Seit der Einführung haben Ingenieure in der Indoor-Landwirtschaft geforscht, um das Spektrum und den Energiebedarf zu validieren, die verschiedene Pflanzen benötigen, um effizient zu wachsen. Von Leuchtstoff- und Halogenlampen mit einem breiten Lichtspektrum bis hin zu schmalen Spektren, hat die konventionelle Beleuchtungsindustrie vieles auf den Markt gebracht, aber diese Technologie war weder flexibel noch effizient, um die neuen Anforderungen erfüllen zu können.

■ Nur bestimmte Spektren nutzen

Aufbauend auf Experimenten in Japan in den Jahren 2005 bis 2008, untersuchten Agrarwissenschaftler verschiedene Be-

leuchtungsmethoden, um Spektrum und Energie pflanzenspezifisch anzupassen. Die Forscher kamen zu dem Schluss, dass das spezifische Lichtspektrum für den Anbau von Pflanzen und Gemüse typischerweise bei 450 nm (blaues Licht) beginnt und 730 nm (dunkelrot) durchläuft (Bild 2). Die erforderliche photosynthetische Photonendichte (PPFD) reicht von 50 µmol für Pilze bis zu 2000 µmol für Pflanzen wie Tomaten und Blumen, die im vollen Sommerlicht gedeihen (Bild 3). Agrarexperten erklären, dass für ein optimales Ergebnis verschiedene Pflanzentypen unterschiedliche Lichtverhältnisse und Intensitäten bezogen auf die Wachstumsstufen vom Sämling bis zur Reife benötigen. Daraus ergibt sich oft die Forderung, dass das Künstlicht über eine Vielzahl unterschiedlicher Spektralkanäle verfügen muss, die individuell in der Intensität einstellbar sind.

Die sogenannten Urban-Farms, also »Indoor-Bauernhöfe«, setzen zunehmend auf moderne SSL-Beleuchtung, zumal die Menge an Lichtenergie pro Watt elektrischer Leistung stetig zunimmt. Da die Produktionsausbeute oft durch zu hohe Luft- oder Bodentemperaturen beeinträchtigt wird, hilft die Effizienzsteigerung auch die Kosten für die notwendige Kühlung zu senken. Durch die LED-Beleuchtung kann der Züchter Leuchten verwenden, die nur in genau den Spektren Energie abstrahlen, die die Pflanzen benötigen. In der Regel sind das Rot und Blau. Vollspektrums-Beleuchtung liefert dagegen immer die volle

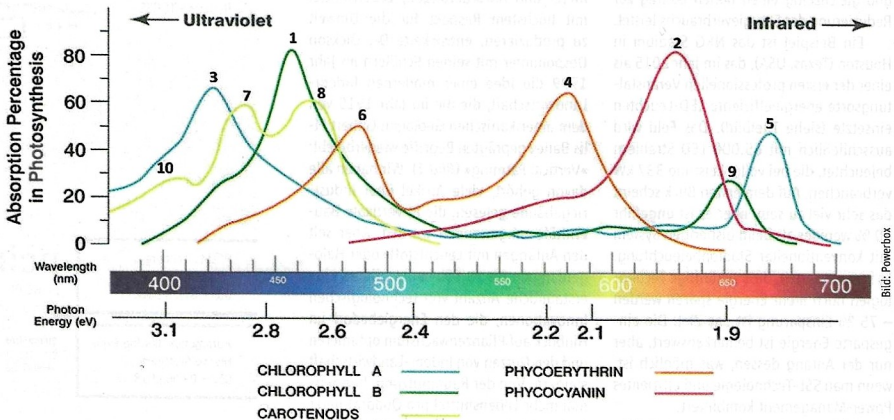


Bild: Powerbox

Bild 2: Das Lichtspektrum um Pflanzen und Gemüse wachsen zu lassen, beginnt bei typisch 450 nm (blau) und reicht bis 730 nm (dunkelrot).







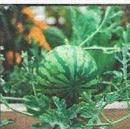
50 – 100 μmol	100 – 300 μmol	300 – 800 μmol	800 – 1500 μmol
Weatgrass	Leafy Green	Strawberries	Large Tomatoes
			
Mushrooms	Herbs / Spices	Small Peppers	Cucumbers
			
Orchids	Root Vegetables	Cherry Tomatoes	Watermelon
			

Bild: Powerbox

Bild 3: Die benötigte photosynthetische Photonenflussdichte reicht von 50 μmol für Pilze bis zu 2000 μmol für Pflanzen mit erhöhtem Lichtbedarf.

Energie, obwohl die Pflanzen den überwiegenden Anteil des Lichts gar nicht nutzen.

Heute werden zumeist mehrere LED-Lampen verwendet, um Gemüse energieeffizient zu erzeugen, obwohl sich durch die Integration »intelligenter« Stromquellen in LED-Module weitere Fortschritte erzielen ließen. Einer der Forschungsschwerpunkte ist die Entwicklung eines Mikro-LED-Panels mit Wachstumsindex-Überwachung, das das Licht lokal modulieren kann (0,5 m² Fläche). Das erfordert eine sehr effiziente dezentrale Stromversorgungslösung, die alle Parameter an das »Gemüsegewachstum« anpassen kann.

Trotz zahlreicher Artikel und Vorträge, die bislang auf Konferenzen präsentiert wurden, befindet sich die Indoor-Landwirtschaft noch in den Anfängen, obwohl die Forderung an die Landwirtschaft, mit weniger Umweltbelastung mehr zu produzieren, ein wichtiger Faktor für die Entwicklung der urbanen Landwirtschaft ist. Die Kombination der neuesten Technologien in SSL, Powermanagement und softwaregesteuerter Umwelt wird dazu beitragen, die Produktivität und Werkzeuge für moderne Landwirte zu verbessern. Dann wird es möglich sein, im Jahr 2050 Lebensmittel für geschätzte zehn Milliarden Menschen anzubauen. (rh)

REFERENZEN

- [1] John Ellis, »GaN on Silicon: A breakthrough technology for LED lighting«, <https://tinyurl.com/y7v38648>, LEDs Magazine, Februar 2014.
- [2] Weltbank, »About the agriculture global practice«, <https://tinyurl.com/y8tyuzkp>, Report Number 93712, Oktober 2014.
- [3] Welternährungsorganisation FAO, »Global agriculture toward 2050«, <https://tinyurl.com/63trq5u>, Oktober 2009.
- [4] Maury Wright, »LED lighting advances in horticultural applications, boosts productivity«, <https://tinyurl.com/y7ss2sjj>, LEDs Magazine, 22. Juli 2014.