

## LED4foods

Reduktion von Lebensmittelabfällen durch innovative Lichttechnologien

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Expedition Zukunft, Expedition Zukunft 2022, Expedition Zukunft Wissenschaft 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.05.2024	<b>Projektende</b>	30.04.2026
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	24 Monate
<b>Keywords</b>	LED Lichtquellen, Produktqualität, Lebensmittelverschwendung, Lebensmittelabfälle nach der Ernte		

### Projektbeschreibung

Das Projekt „Reduktion von Lebensmittelabfällen durch innovative Lichttechnologien“ – LED4foods hat den innovativen Ansatz, die Produktqualität und Produktfrische von Obst und Gemüse auf dem Weg von der Ernte zu den Konsumentinnen und Konsumenten dadurch zu optimieren, indem diese Produkte im Retail-Bereich mit optimierten Lichtspektralen beleuchtet werden, die zum einen keimhemmende bzw. keimtötende Wirkungen aufweisen und sich zum anderen vorteilhaft auf Atmungs-, Reifungs- und Alterungsprozesse dieser Produkte auswirken. Aus der Literatur sind dazu eine Reihe von Effekten bekannt, die aber für die speziellen Anwendungs- und Rahmenbedingungen im Shop noch zu verifizieren sind. Wenn der Nachweis gelingt, dass eine Beleuchtung mit optimierten Lichtspektralen die Produktqualität positiv beeinflusst, kann dieser Ansatz einen Schritt dazu beitragen, das massive Ausmaß der Lebensmittelverschwendung zu reduzieren und damit die Ziele zu einem nachhaltigeren und effizienteren Umgang mit Lebensmitteln zu erreichen.

Mit modernen Lichtquellen und Komponenten basierend auf der Technologie von LEDs stehen die Basistechnologien zur Verfügung, um nahezu beliebige spektrale Intensitätsverteilungen zu erzeugen. Im Rahmen des gegenständlichen Projektantrags geht es nun darum, anhand von reproduzierbaren Testreihen unter kontrollierten Bedingungen nachzuweisen, dass die Produktqualität mit speziellen spektralen Lichtverteilungen im Shop optimiert werden kann. Dies soll anhand von etablierten messbaren Parametern zur Qualität von Obst und Gemüseprodukten im Vergleich zu Referenzbedingungen erfolgen. Dazu wird eine Testumgebung entwickelt und aufgebaut, mit welcher diese Testreihen und die dazu festgelegten Messverfahren umgesetzt werden können.

Das interdisziplinäre Konsortium vereint zur Umsetzung der geplanten Tätigkeiten Forschungspartner aus dem Bereich der Lebensmittelchemie und Lebensmittelqualität mit technologischer Expertise aus den Bereichen Licht- und Sensortechnologien sowie der Entwicklung von Funktionsmustern und Prototypen. Als zentrales Projektergebnis soll ein wissenschaftlich fundierter Nachweis dafür vorliegen, dass die Produktqualität von Obst und Gemüse durch eine optimierte Beleuchtung im Retail Bereich verbessert werden kann. Diese Ergebnisse sollen auch in einem Open-Access Journal mit Peer-Review publiziert werden. Initiiert wurde der Projektantrag vom Firmen- und Verwertungspartner, der das gegenständliche Projekt als Ausgangspunkt dafür sieht, in Zukunft innovative Shop-Leuchten für den Retail-Bereich zu entwickeln und auf den Markt zu bringen.

## **Abstract**

The project “Reduction of food waste through innovative lighting technologies” – LED4foods has the innovative approach of optimising the product quality and freshness of fruit and vegetables on their way from the harvest to the consumer by illuminating these products in the retail sector with optimised light spectra, which on the one hand have germ-inhibiting or germ-killing effects and on the other hand have a beneficial effect on the respiration, ripening and ageing processes of these products. A number of effects are already known from the literature, but these still need to be verified for the specific application and general conditions in the shop. If it can be demonstrated that lighting with optimised light spectra has a positive influence on product quality, this approach can contribute to reducing the massive amount of food waste and thus achieve the goals of a more sustainable and efficient use of food.

With modern light sources and components based on LED technology, the basic technologies are available to generate almost any spectral intensity distribution. The objective of this project application is to show that product quality can be optimised with special spectral light distributions in the shop by means of reproducible test series under controlled conditions. This is to be done using established measurable parameters for the quality of fruit and vegetable products compared to reference conditions. For this purpose, a test environment will be developed and assembled with which these test series and the measurement procedures defined for them can be implemented.

To implement the planned activities, the interdisciplinary consortium unites research partners from the fields of food chemistry and food quality with technological expertise from the areas of lighting and sensor technologies as well as the development of functional samples and prototypes. The central project result is to be scientifically substantiated proof that the product quality of fruit and vegetables can be improved by optimised lighting in the retail area. These results are also to be published in an open-access journal with peer review. The project application was initiated by the company and exploitation partner, who considers this project as a starting point for developing innovative shop lighting for the retail sector in the future and bringing it to market.

## **Endberichtkurzfassung**

Das Projekt Reduktion von Lebensmittelabfällen durch innovative Lichttechnologien – LED4foods – im Rahmen der Ausschreibung Disrupt4betterFuture / Expedition Zukunft 2023 zielt auf einen längeren Qualitätserhalt von Obst und Gemüse durch speziell abgestimmte Beleuchtung im Retail-Bereich ab. Durch einen längeren Erhalt von Qualität und Frische sollen Lebensmittelabfälle in diesem Bereich der Versorgungskette reduziert und damit einhergehend auch ein effizienterer Umgang mit den natürlichen Ressourcen bewirkt werden. Dies ist als Beitrag zu den von den Vereinten Nationen festgelegten Zielen für nachhaltige Entwicklungen zu sehen.

Zwei Bereiche wurden identifiziert, um Qualität und Frische von Obst und Gemüse mit den heute verfügbaren Möglichkeiten einer LED-Beleuchtung zu verlängern. Zum einen ist dies der Einfluss von Licht in blauen und ultravioletten Wellenlängenbereichen auf mikrobiologische Prozesse. Durch eine keimhemmende bzw. keimtötende Wirkung von Licht kann der mikrobielle Verderb von Produkten verlangsamt oder gar unterdrückt werden. Dies ist vor allem für nicht-klimakterische Früchte wie Beeren von zentraler Bedeutung, da diese keine Nachreifung zeigen und daher essreif geerntet werden müssen, um ihr volles Geschmackspotential zu entfalten. Zum anderen ist bekannt, dass bei klimakterischen Obst- und Gemüsesorten metabolische Prozesse zur Reifung, die auch nach der Ernte fortschreiten, durch Licht beeinflusst werden können. Der Einsatz von Licht kann somit eine Verlangsamung der Reifung im Regal hervorrufen, um Frische und Nährwerte bis zum Verzehr bestmöglich zu gewährleisten.

Die zentrale Herausforderung in diesem Vorhaben ist, den Einfluss von Licht quantifizierbar und reproduzierbar anhand von Qualitätsparametern nachzuweisen. Hier gilt es vor allem zu berücksichtigen, dass die Qualität und der Reifegrad von Obst und Gemüse von verschiedenen Einflussfaktoren wie Jahreszeit, Anbaumethode, Erntezeitpunkt, Lagerung, Transport, Verpackung, etc. abhängig ist, es aber auch bereits aufgrund der natürlichen Variabilität eines Produkts an derselben Pflanze zum selben Zeitpunkt zu Unterschieden kommt. Dies berücksichtigend wurden die Untersuchungen dieser Studie zum Einfluss von definiertem Licht auf das Lagerverhalten an so gut wie möglich standardisierten landwirtschaftlichen Produkten durchgeführt. Am Beispiel von Tomaten bedeutet das beispielsweise, dass von Früchten, die im Gewächshaus unter standardisierten Bedingungen kultiviert und zum gleichen Zeitpunkt geerntet wurden, Proben in repräsentativer Menge ausschließlich von den unteren Teilen der Rispen gepflückt wurden, um einen homogenen Reifegrad zu garantieren.

Um die Qualität und Frische von Obst und Gemüse quantitativ zu bewerten und somit direkt vergleichbar zu machen, wurden Qualitätsparameter ausgewählt, welche im Zuge der Testreihen möglichst einfach bestimmt werden konnten. Dazu zählen der Gewichtsverlust, die Festigkeit bzw. Textur, der pH-Wert, sowie die gesamten gelösten Stoffe in °Brix. Darüber hinaus wurden aber auch komplexere Methoden zur Erfassung von Farbveränderungen und zur Analyse von Aromastoffen eingesetzt, da eine Änderung der Farbe und des Aromas bei zunehmender Reife der Früchte zu erwarten ist. Zur Durchführung reproduzierbarer Testreihen, im Zuge derer die genannten Qualitätsparameter bestimmt wurden, wurde ein Testaufbau entwickelt, in welchem Obst und Gemüse über einen festgelegten Testzeitraum von bis zu 9 Tagen mit unterschiedlichen Lichtverteilungen und unter kontrollierten Bedingungen beleuchtet werden konnte.

Die Ergebnisse aus diesem Projekt können folgendermaßen zusammengefasst werden. Der spezifische Erntezeitpunkt der Tomaten (geerntet zwischen August und Dezember) erwies sich als signifikanter Einflussfaktor auf die Fruchtqualität und deren Entwicklung über die beobachteten Lagerzeiträume. Bei Früchten, die zu einem Zeitpunkt geerntet wurden, zeigten sich signifikante und am deutlichsten ausgeprägte Veränderungen in Abhängigkeit der Lagerzeit, die der maximalen Verweildauer in einem Supermarktregal entspricht. Die Beleuchtung der Früchte mit Licht genau definierter Spektren bewirkt signifikante Veränderungen von einigen Qualitätsparametern, jedoch in deutlich geringerer Ausprägung als in Abhängigkeit des Erntezeitpunkts oder der Lagerdauer. Dennoch konnte beobachtet werden, dass die Textur von Tomaten unter Beleuchtung mit langwelligem Licht (rötlicher Beleuchtung) schlechter erhalten bleibt als unter Beleuchtung mit kurzwelligem Licht (Weißlicht oder bläulichem Licht). Die Ausbildung der für das Aroma verantwortlichen Verbindungen folgte diesem Trend. Dies deutet auf eine geringfügige Beschleunigung der Nachreifeprozesse von Tomaten hin, wenn diese unter rötlichem Licht gelagert werden.

Die Untersuchungen zum Verhalten von Mikroorganismen wurden anhand von ausgewählten Modellkulturen durchgeführt ( *Escherichia coli* und *Staphylococcus aureus* ). Die Ergebnisse zeigen, dass die Beleuchtung mit blauem Licht keimreduzierende Effekte sowohl bei *E. coli* als auch bei *S. aureus* hat. Damit deuten diese mikrobiologischen Untersuchungen darauf hin, dass vor allem die keimverringende Wirkung von Blaulicht im Retail-Bereich zu einer verlängerten Lagerzeit von Obst- und Gemüse beitragen kann. Die Veränderungen in anderen Qualitätsparametern im Hinblick auf die Nachreifeprozesse zeigen, dass der Einfluss von blauem Licht ebenso positive Effekte aufweist, wenngleich dieser Einfluss im Vergleich zu Erntezeitpunkt und Lagerzeitraum deutlich schwächer ausgeprägt ist.

Die Projektumsetzung erfolgte durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen ExpertInnen für Licht- und für Lebensmitteltechnologien. Ein Industrie- und Verwertungspartner steuerte Produkt- und Marktkenntnisse zu

Beleuchtungssystemen im Retail-Bereich bei, welche als Rahmenbedingungen in das Versuchsdesign und die Durchführung der standardisierten Versuchsreihen unter kontrollierten Bedingungen eingeflossen sind. Dieser Industriepartner ist mittlerweile auch in der Planungsphase, eine spezielle Lichtfarbe in Produkten für zukünftige Retail-Beleuchtungslösungen umzusetzen.

### **Projektkoordinator**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

### **Projektpartner**

- Technische Universität Graz
- Lumitech Lighting Solution GmbH