

IC-MPPE
Integrated Computational
Materials Process and Product
Engineering.

Programm: COMET – Competence
Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET- K2 Zentrum

Projekt: Hybrid2.0, 01/2022-
12/2026, strategisch



Sukzessive werden die Leuchtstoffröhren der Stationsbeleuchtungen durch moderne LED-Lampen ersetzt, die durch geringeren Stromverbrauch und lange Lebensdauer eine Ersparnis bewirken. CopyRight: Johannes Zinner

MIT KÜNSTLICHER INTELLIGENZ ZU LÄNGER LEBENDEN LED BELEUCHTUNGSKÖRPERN

BAYESIAN MODELING: EIN MEILENSTEIN IN DER THERMISCHEN ANALYSE VON LEDS ERMÖGLICHT ZUVERLÄSSIGERE VORAUSSCHAUENDE WARTUNG.

LEDs sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken, sei es in der Beleuchtung von Wohnräumen, in Fahrzeugen oder in sicherheitskritischen Anwendungen wie Straßen- und Gebäudebeleuchtungen. Sie sind energieeffizient, multifunktional und bieten einen großen Spielraum für spezielles Lichtdesign. Technisch sind LEDs leistungselektronische Bauelemente, die elektrischen Strom in Licht aber auch Wärme umsetzen. Um die Vorteile von LEDs für Endanwender nutzbar zu machen, müssen Entwickler:innen von LED Modulen dafür sorgen, dass die erzeugte Wärme zuverlässig von der LED an die Umgebung abgegeben werden kann, d.h. die LED sich nicht übermäßig erwärmt. Die angegebene Lebensdauer von LEDs Leuchtkörpern kann nur erreicht werden, wenn dies immer sichergestellt ist. Kleine Veränderungen der

Wärmeleitfähigkeit zwischen LED und Kühlkörper, sei es durch Alterung oder durch mechanische Einwirkung, führen zu unerwarteten Ausfällen. Diese erhöhen die Betriebskosten und können die Sicherheit beeinträchtigen. Deshalb suchen Forschende nach Möglichkeiten, die Einbausituation einzelner LED Module anhand vorhandener Messdaten zu bewerten und die Einsatzdauer einzelner LED Module vorherzusagen. Die automatische Bestimmung der thermischen Kennwerte von LED Modulen nach Ihrem Einbau ist dafür von zentraler Bedeutung.

Ein interdisziplinäres Team des MCL beschäftigt sich mit der thermischen Modellierung von leistungselektronischen Bauteilen und Modulen, inklusive LEDs. Im Rahmen des COMET Forschungs-

SUCCESS STORY

projektes Hybrid20 wurde ein physikalisch inspiriertes, probabilistisches thermisches Modell eines LED Moduls erstellt. Die Ermittlung der Parameter des Modells wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Peharz vom Institut für Maschinelles Lernen an der TU Graz im Rahmen einer Masterarbeit untersucht und erfolgreich umgesetzt. Mit dem erstellten Modell lässt sich das thermische Verhalten von LED Modulen besser verstehen und Fertigungsschwankungen sowie unterschiedliche Einbausituationen gezielt berücksichtigen.

Die Forschenden setzen auf probabilistische Modelle, (d.h. die einzelnen Modellparameter werden als Zufallszahlen modelliert) sowie auf Bayesian Optimisation zur Abschätzung der Parameterwerte (d.h. ursprünglich Annahmen über die Verteilung werden basierend auf Beobachtungen aktualisiert). So kann vorhandenes Wissen - etwa über Materialien und Bauweise der LEDs - mit neuen Messungen kombiniert werden. Durch die Miteinbeziehung von Unsicherheiten in die Modellparameter kann man auch die Vertrauenswürdigkeit der darauf basierenden Lebensdauerschätzung bewerten. Das ist zentral für die Anwendung in der Praxis, wo mit der Entscheidung für oder gegen eine Serviceintervention die Kosten gegen einen potentiellen Ausfall abgewogen werden müssen.

Projektkoordination (Story)

Dr. Manfred Mücke
Group Leader Embedded Computing
manfred.muecke@mcl.at

Das Miteinbeziehen des Vorwissens über den Aufbau der LED ermöglicht eine enorme Reduktion der Modellparameter von 200 auf 4-8 thermische Komponenten. Diese wenigen Modellparameter können im Weiteren physikalisch interpretiert werden, was die Bewertung deutlich vereinfacht und beschleunigt, wodurch eine Integration der Überwachungsalgorithmen direkt in Steuergeräte von Beleuchtungseinheiten möglich wird.

Wirkungen und Effekte

Die Ergebnisse zeigen, dass LEDs durch die Kombination physikalischen Vorwissens mit probabilistischer Modellierung und Bayesian Optimisation besser verstanden werden können. Das entwickelte Modell liefert zuverlässige Schätzungen der thermischen Parameter inklusive Unsicherheiten. Dies schafft eine solide Grundlage für zukünftige Lebensdauermodelle, welche auf den Unsicherheitsschätzungen aufbauen können. Diese Modelle wiederum ermöglichen es, in Zukunft die Lebensdauer der LED Beleuchtungskörper im Betrieb zu überwachen und diese zu reparieren oder auszutauschen, kurz bevor sie ausfallen und es finster wird.

IC-MPPE / COMET-Zentrum

Materials Center Leoben Forschung GmbH
Vordernberger Straße 12
8700 Leoben
T +43 (0) 3842 45922-0
mclburo@mcl.at www.mcl.at

Projektpartner

- Montanuniversität Leoben, Österreich, Lehrstuhl Automation und Messtechnik, Österreich
- Technische Universität Wien, Informatics, Österreich
- Technische Universität Graz, Signal Processing and Speech Communication Laboratory, Österreich
- FH JOANNEUM Kapfenberg, Institut Industrial Management, Österreich
- Universität Heidelberg, Institute of Technical Informatics, Deutschland
- Linz Center of Mechatronics GmbH, Österreich

Das COMET-Zentrum IC-MPPE wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch Technologies durch BMIMI, BMWET und die Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt (www.ffg.at/comet).