

# MCL

## Stresstolerante und selbstheilende Lotwerkstoffe für die Elektronik

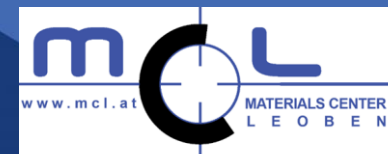
SOLARIS

*Elke Kraker*

*Materials Center Leoben Forschung GmbH*

*Materials for Microelectronics*

14.12.2023





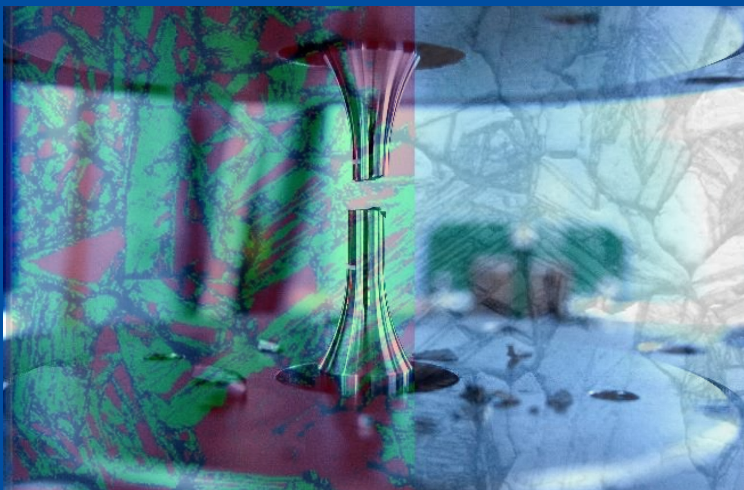
# Who we are...



## We Innovate Materials

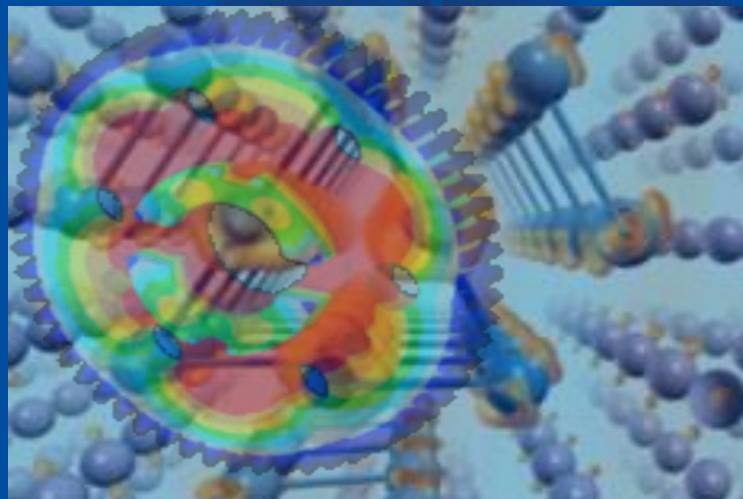


## MATERIALS



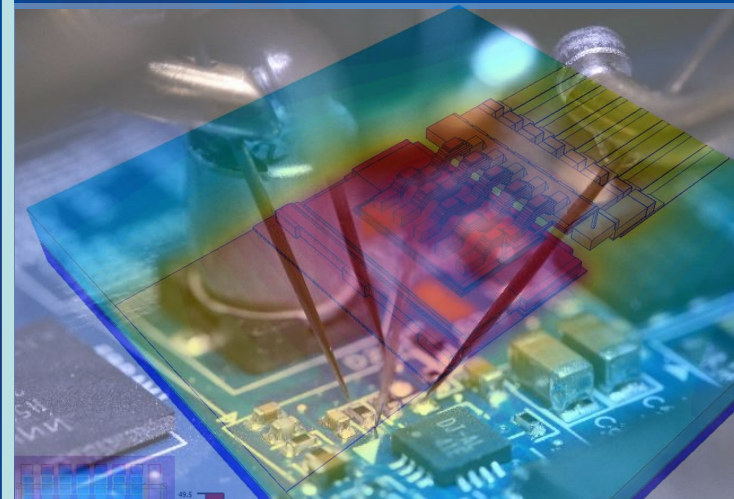
- Steel Engineering
- Hard Metals
- Materials Analytics

## SIMULATION



- Computational Materials Design
- Digital Manufacturing Processes
- Computational Product Reliability

## MICROELECTRONICS



- Reliability & Analytics for 3D Integration & Packaging
- Sensor Solutions
- Materials & Damage Analytics
- Embedded Computing

Service



# Motivation

## Solid State Lighting





Leistungsfähiger



Ressourcen schonend



Kosten optimiert



Zuverlässig/Langlebig



*Solid State Lighting: Gibt es eine Alternative zum SAC Lot?*



## !Material Entwicklung! Lot

Leistungsfähiger in der elektrischen, thermischen und mechanischen Performance

Leistungsfähiger

Ressourcen schonend

Kosten optimiert

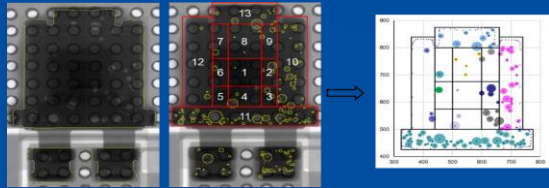
Zuverlässig/Langlebig



<https://zkw-group.com/home/newsroom/news/zkw-entwickelt-gemeinsam-mit-newsight-imaging-hochpraezises-adaptives-fernlicht-auch-zum-nachruesten/>  
<https://www.ixtec.com/>  
<https://www.tridonic.com/de/int/referenzprojekte/referenzprojekt-restaurantbeleuchtung-molo-lipno>  
<https://www.signify.com/de-de/sustainability/green-switch/biodiversity>  
<https://lumileds.com/markets-served/specialty/>  
<https://zkw-group.com/?s=solaris>  
<https://doi.org/10.1108/09506608.2019.1565716>  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Mini\\_%28Auto%29](https://de.wikipedia.org/wiki/Mini_%28Auto%29)

# Stresstolerante und selbstheilende Lotwerkstoffe für die Elektronik

## Workflow

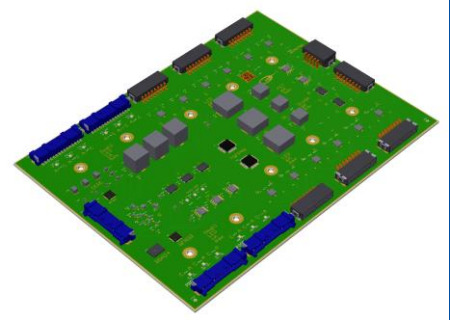
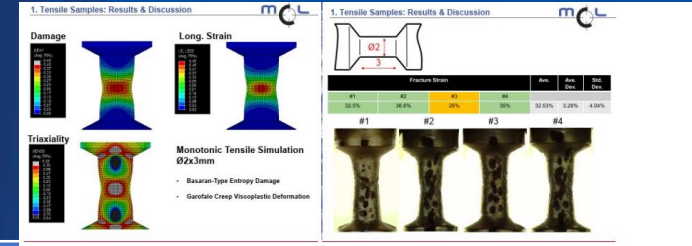


Definition der Rahmenbedingungen



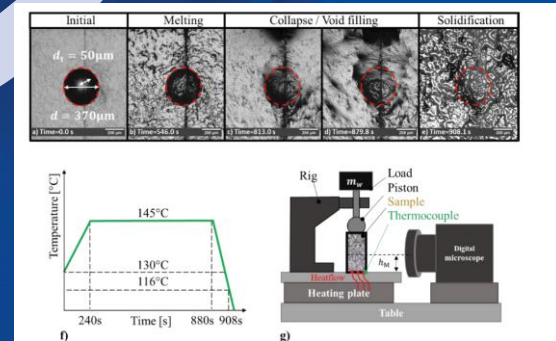
Auswahl der Materialkomponenten Sn-Bi-XX

Zuverlässigkeitsbewertung

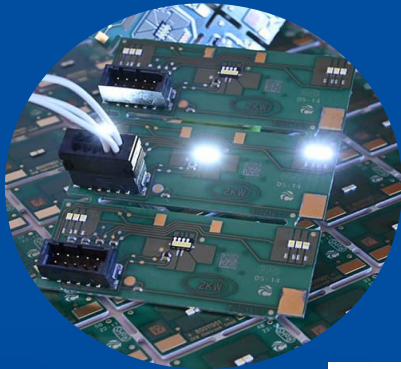
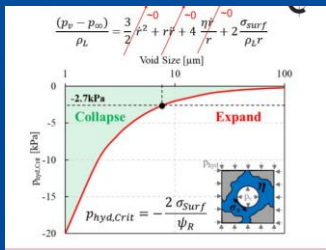


Materialparameter Bestimmung

Herstellung von Labormustern



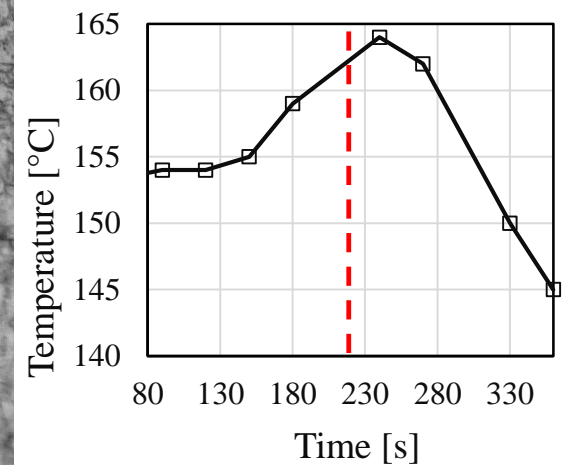
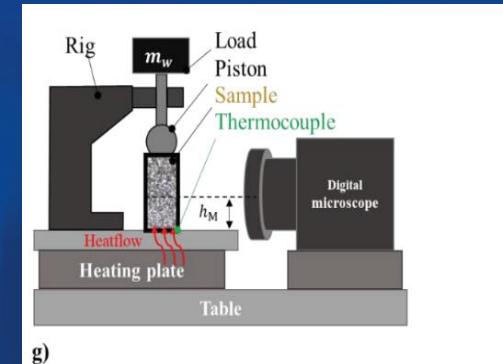
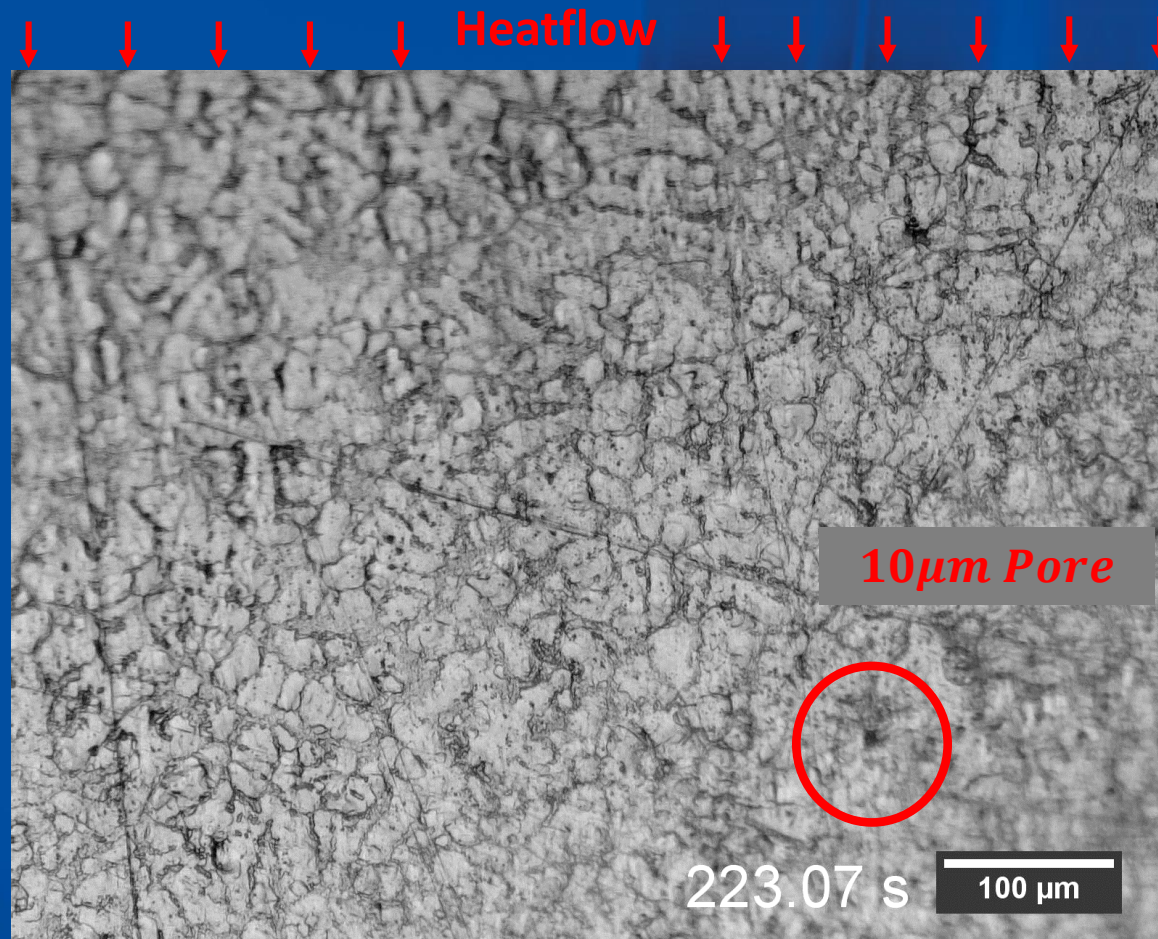
Rissausbreitungs- und Selbstheilungsmodell



# Wie funktioniert Selbstheilung?

Sn30Bi – Mikroporenheilung

Selbstheilung ist ein Massentransport





- Corona, Lock down, Lieferengpässe
- Herstellung von Lotmaterial für den Lötprozess
- Prozessentwicklung



- Patent
- 2 PhD
  - Georg Siroky (MCL)
  - David Melinc (TU Wien)
- Preise
- Publikationen
- Presseartikel

## Ausgewählte Publikationen:

**Modelling and experiments of liquid phase healing in solder alloys**  
2021-05 | dissertation-thesis

DOI: [10.34726/HSS.2021.91187](https://doi.org/10.34726/HSS.2021.91187)

**Effect of solder joint size and composition on liquid-assisted healing** *Microelectronics Reliability*  
2021-04 | journal-article

DOI: [10.1016/j.microrel.2021.114066](https://doi.org/10.1016/j.microrel.2021.114066)

**Micromechanics-based damage model for liquid-assisted healing** *International Journal of Damage Mechanics*  
2021-01 | journal-article

DOI: [10.1177/1056789520948561](https://doi.org/10.1177/1056789520948561)

**Modelling of Void Collapse with Molecular Dynamics in Pure Sn** *Proceedings*  
2020-12-26 | conference-paper

DOI: [10.3390/proceedings2020056029](https://doi.org/10.3390/proceedings2020056029)

**Analysis of Sn-Bi Solders: X-ray Micro Computed Tomography Imaging and Microstructure Characterization in Relation to Properties and Liquid Phase Healing Potential** *Materials*  
2020-12 | journal-article

DOI: [10.3390/ma14010153](https://doi.org/10.3390/ma14010153)

**Source: Multidisciplinary Digital Publishing Institute**  
**TSEP-Sensitivity Study to Analyze the Soldering Process of a Power Diode** *2020 26th International Workshop on Thermal Investigations of ICs and Systems (THERMINIC)*  
2020-09-14 | conference-paper

DOI: [10.1109/therminic49743.2020.9420508](https://doi.org/10.1109/therminic49743.2020.9420508)

**Healing solders: A numerical investigation of damage-healing experiments** *2020 21st International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE)*  
2020-07 | conference-paper

DOI: [10.1109/eurosim48426.2020.9152751](https://doi.org/10.1109/eurosim48426.2020.9152751)

**Loading and Healing method to study liquid-assisted healing properties of cyclic failed bulk solder** *2020 21st International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE)*  
2020-07 | conference-paper

DOI: [10.1109/eurosim48426.2020.9152735](https://doi.org/10.1109/eurosim48426.2020.9152735)

**Lap shear test for solder materials: Local stress states and their effect on deformation and damage** *Microelectronics Reliability*  
2020-06 | journal-article

DOI: [10.1016/j.microrel.2020.113655](https://doi.org/10.1016/j.microrel.2020.113655)

**Numerical study on local effects of composition and geometry in self-healing solders** *2019 20th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE)*  
2019-03 | conference-paper

DOI: [10.1109/eurosim.2019.8724583](https://doi.org/10.1109/eurosim.2019.8724583)

(19) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG** (11) **EP 4 159 359 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag: **05.04.2023** Patentblatt 2023/14 (51) Internationale Patentklassifikation (IPC): **B23K 35/02 (2006.07)**, **B23K 35/26 (2006.07)**, **C22C 13/02 (2006.07)**, **C22C 1/02 (2006.07)**, **C22C 1/03 (2006.07)**

(21) Anmeldenummer: **21200286.9**

(22) Anmeldetag: **30.09.2021** (52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC): **B23K 35/025**; **B23K 35/262**; **C22C 13/02**; **C22C 1/02**; **C22C 1/03**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **AL AT BE BG CH CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten: **BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten: **KH MA MD TN**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **Bayer, Jakob 1080 Wien (AT)**, **Magnien, Julien 8605 Kapfenberg (AT)**, **Melinc, David 1090 Wien (AT)**, **Siroky, Georg 2651 Reichenau and der Rax (AT)**

(71) Anmelder: **ZKW Group GmbH 3250 Wieselburg (AT)**

(72) Erfinder: **Kieslinger, Dietmar 2604 Theresienfeld (AT)**

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei Matschnig & Forsthuber OG Biberstraße 22 Postfach 36 1010 Wien (AT)**

(54) **NICHT-EUTEKTISCHE SN-BI-IN LOTLEGIERUNGEN**

**MIKROELEKTRONIK**

### Gestresste Materialien, die sich selbst reparieren

"Selbstheilende" Legierungen sollen Elektronikbauteile in Autos stabiler und langlebiger machen

Alois Pumbhösel  
18. Oktober 2020, 17:22

Egal, ob das nächste Auto, das man sich anschafft, ein Elektroauto oder ein Verbrenner ist – eines kann man sich sicher sein: Unter der Haube sind nicht nur Motor, Tank oder Energiespeicher, sondern auch eine Vielzahl an Elektronikbauteilen.

Mit der Zunahme von Automatisierung, Komfort- und Assistenzsystemen wird deren Anzahl mit jeder Modellserie höher. Mit dem intensiven Elektrikeinsatz in den Fahrzeugen gehen aber auch bestimmte Ansprüche einher, was Stabilität, Langlebigkeit, Vibrations- und Temperaturbeständigkeit betrifft. Viele der Systeme sind sicherheitskritisch. Ihre Funktion sollte nicht an einer schadhafte Platine scheitern.

Einem speziellen Aspekt in diesem Themenkreis widmet sich das Projekt Solaris, das im Rahmen des Programms "Produktion der Zukunft" von der Förderagentur FFG und dem Technologieministerium unterstützt wird. Das Materials Center Leoben (MCL) widmet sich dabei gemeinsam mit der TU Wien und dem Unternehmen ZKW Elektronik, bei dem auch die Projektleitung liegt, der Integration der LED-Leuchten der Autos in deren dahinterliegende Elektroniksysteme.

Kleine Leuchttemperatur LEDs an EleAutomobilien  
Foto: ZKW

**Neues Programm in der Region**

### ZKW Wieselburg will "alles ins Lot bringen"

Mit einem Zukunfts-Programm soll die Autotechnik verbessert werden

WIESELBURG. "Mit der leistungsfähigeren Verbindungstechnik wollen wir die Ausfallsicherheit der Elektronikprodukte optimieren", erklärt Oliver Schubert von der ZKW Group. Der Hersteller von Lichtsystemen und Elektronikkomponenten investiert in die Entwicklung neuer Materialien und Fertigungstechniken.

LIGHTING & ADAS, LIGHTING NEWS

### ZKW, Partners Develop Self-Healing Solder

**PROJEKT SOLARIS**

### ZKW und Partner entwickeln Hochleistungswerkstoff

ERSTELLT AM 18. OKTOBER 2020, 16:41  
LEBENSZEIT: 10 MIN  
LESEZEIT: 2 MIN

**NR NON Reduktion**

Dieser Artikel ist über ein Jahr alt

Das Bild zeigt eine detaillierte Ansicht eines Lotverbindungsstellen, die die Selbstheilungseigenschaft des Werkstoffes demonstriert.

### Peter Emil Varga-Preis 2021

für Dissertation von Dr. Georg Siroky:  
„Modelling and experiments of liquid phase healing in solder alloys“

**BRIGHT MINDS, BRIGHT LIGHTS**

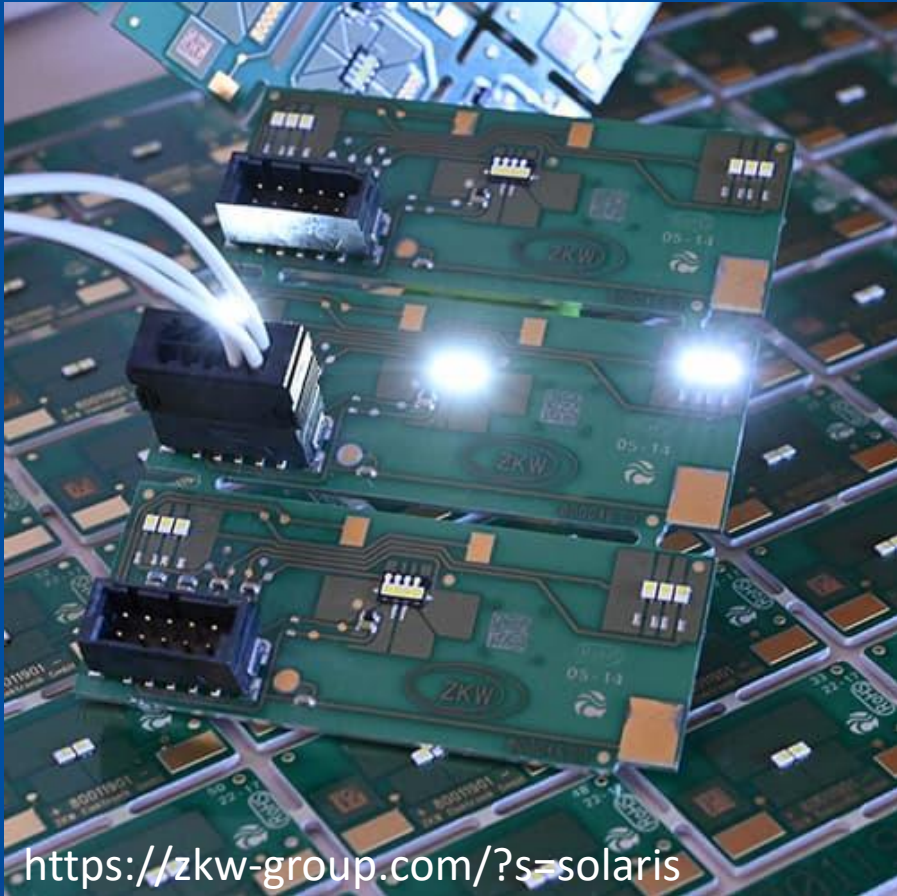
Stereokamera-System funktioniert ähnlich wie die Bilderfassung mit unseren Augen. So können selbstfahrende Fahrzeuge ein Bild der Umgebung erzeugen sowie den Abstand zu Objekten exakt ermitteln", erklären die Erfinder Oleksandr Chizov und Martin Brandstetter von ZKW.

**Selbstheilendes Lot**

Mit dem Patent „Solaris“ hat ZKW ein Lot entwickelt, in dem nur kleine Bereiche schmelzen, während die äußere Form erhalten bleibt. Dank dieses Effekts können die Folgen von Materialwärtung bei Platzen, etwa kleinen Rissen oder Veränderungen im Gefüge, selbstständig „geheilt“ werden. Erstmals wurde die Super-Legierung in menschen Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Wien und dem Materials Center Leoben. Eingesetzt werden soll der Werkstoff für Verbindungen von High-Power-LEDs und anderen Leistungshalbleitern für die Automobilindustrie. ZKW entwickelt und fertigt solche elektronische Baugruppen – etwa Steuergeräte und Lichtmodule – am Standort ZKW Elektronik GmbH in Wiener Neustadt. „Ziel ist es, elektronische Baugruppen zuverlässiger und langlebiger zu machen. Solche grundlegenden Entwicklungen im Bereich Verbindungstechnik sichern ZKW eine wettbewerbsstarke Position in der Automobilindustrie“, so Projektleiter Holger Rottmann.

© 2020 als Lead der Erfinder.





Konsortium Lead:

**ZKW Elektronik GmbH**

Projektpartner:

Institut für Werkstoffwissenschaft und  
Werkstofftechnologie, TU Wien  
Materials Center Leoben Forschung GmbH  
Industrielle Forschung

Forschungskategorie:

Laufzeit:

03/2018-12/2021

Financial support by the Austrian Federal Government (in particular from Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology) represented by the Austrian Research Promotion Agency (FFG), within the framework of the „24. Ausschreibung Produktion der Zukunft, nationale Projekte“ Programme (project number: 864808 project name: SOLARIS) is gratefully acknowledged.



We innovate Materials

**Elke Kraker**

Materials for  
Microelectronics

*Elke.kraker@mcl.at*



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

Materials Center Leoben Forschung GmbH  
Roseggerstraße 12, 8700 Leoben, AUSTRIA